

**PENGARUH PENAMBAHAN PASIR LIMBAH KUNINGAN
SEBAGAI AGREGAT HALUS TERHADAP
KUAT TEKAN BETON**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Disusun Oleh :

BUDI ARIAWAN

NIM. 0410612003-61

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2007**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur kehadiran Allah S.W.T atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul " **Pengaruh Penambahan Pasir Limbah Kuningan Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton** ".

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil dari Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berperan dalam memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, diantaranya :

1. Ibu, Ayah (Alm), semua Kakaku tercinta serta sekeluarga yang selalu memberi dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan kuliah.
2. Bapak Ir. Wisnumurti, MT., selaku dosen pembimbing dengan segenap upayanya memberikan pengertian dan jalan keluar pada saat penulis mengalami kesulitan dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Hj. Ristinah S., MT., selaku dosen pembimbing dengan penuh pengertian dan kesabaran membimbing penulis dalam menyusun skripsi ini.
4. Bapak Ir. Arifi Soenaryo., selaku dosen penguji skripsi.
5. Bapak Ir. Pudyono, MT., selaku dosen wali penulis selama kuliah.
6. Bapak Ir. As'ad Munawir, MT., selaku ketua jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
7. Bapak Hendi Bowoputro, ST., MT., selaku sekretaris jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
8. Bapak Ir. Sugeng P. Budio, MS., selaku KKDK struktur jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
9. Ibu Ir. Edhy Wahjuni S., MT., selaku kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
10. Semua bapak dan ibu dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang yang telah membimbing dan memberi wawasan baru.
11. Bapak Yunus, Bapak Sugeng, dan Staf Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang yang telah banyak membantu penulis dalam melakukan penelitian.

- repository.ub.ac.id
12. Staf rekording dan perpustakaan yang banyak membantu penulis dalam menyelesaikan semua administrasi dan studi.
 13. Teman-teman untuk Alih Jenjang angkatan 2002/2003 s/d 2005/2006 yang banyak menyumbangkan pikiran, tenaga dan bantuan kepada penulis dalam kuliah sehingga terselesaikan penelitian dan skripsi ini.
 14. Teman-teman angkatan 2001/2002 s/d 2003/2004 baik reguler dan ekstensi yang banyak menyumbangkan pikiran, tenaga dan bantuan untuk penulis dalam kuliah.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna disebabkan keterbatasan ilmu penulis, oleh karena itu segala saran dan kritikan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini untuk sekarang dan yang akan datang.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua kalangan pada umumnya, dan mahasiswa Teknik Sipil serta penulis pada khususnya.



Malang, 1 Agustus 2007

Penulis,

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Pembatasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Beton	3
2.2. Kinerja Beton.....	4
2.3. Bahan Penyusun Beton.....	5
2.3.1. Semen.....	5
2.3.2. Agregat.....	6
2.3.2.1. Agregat Halus	6
2.3.2.2. Agregat Kasar	9
2.3.3. Air	11
2.4. Pasir Lmbah Kuningan.....	13
2.4.1. Definisi Pasir Limbah Kuningan	13
2.4.2. Sifat Material Pasir Limbah Kuningan	13
2.5. Faktor Air Semen.....	14
2.6. Rasio Agregat Semen	16
2.7. Kuat Tekan Beton.....	16
2.8. Analisis Statistik.....	18
2.9. Hipotesis Penelitian.....	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2. Peralatan Penelitian	20
3.3. Bahan Penelitian.....	20
3.4. Prosedur Kerja Penelitian.....	20
3.5. Batasan Penelitian	23
3.6. Rancangan Penelitian	23
3.7. Diagram Alir Penelitian	25
3.8. Variabel Penelitian	26
3.9. Analisis Data	26

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Bahan yang Digunakan	27
4.1.1. Semen.....	27
4.1.2. Air	27
4.1.3. Agregat Halus	27
4.1.4. Agregat Halus Pasir Limbah Kuningan	28
4.1.5. Agregat Kasar.....	29
4.2. Agregat Gabungan.....	31
4.2.1. Agregat Gabungan Pasir Limbah Kuningan dengan Pasir Alam.....	31
4.2.2. Agregat Gabungan Agregat Halus dengan Agregat Kasar.....	32
4.3. Pengujian Adukan Beton.....	33
4.4. Perawatan Beton.....	34
4.5. Pengujian Beton	34
4.5.1. Pemeriksaan Berat Volume Beton.....	34
4.5.2. Pemeriksaan Kuat Tekan Beton.....	35
4.6. Metode Pengujian Hipotesis.....	35
4.7. Analisis Metode Penerapan Rancangan Acak Lengkap.....	36
4.8. Analisis Regresi.....	37
4.9. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton.....	38
4.10. Pembahasan	40
4.10.1. Hasil Analisis Metode Penerapan Rancangan Acak Lengkap	40
4.10.2. Hasil Analisis Regresi.....	40
4.10.3. Hasil Nilai Kuat Tekan Beton.....	41

4.10.4. Hasil Nilai Berat Volume Beton 42

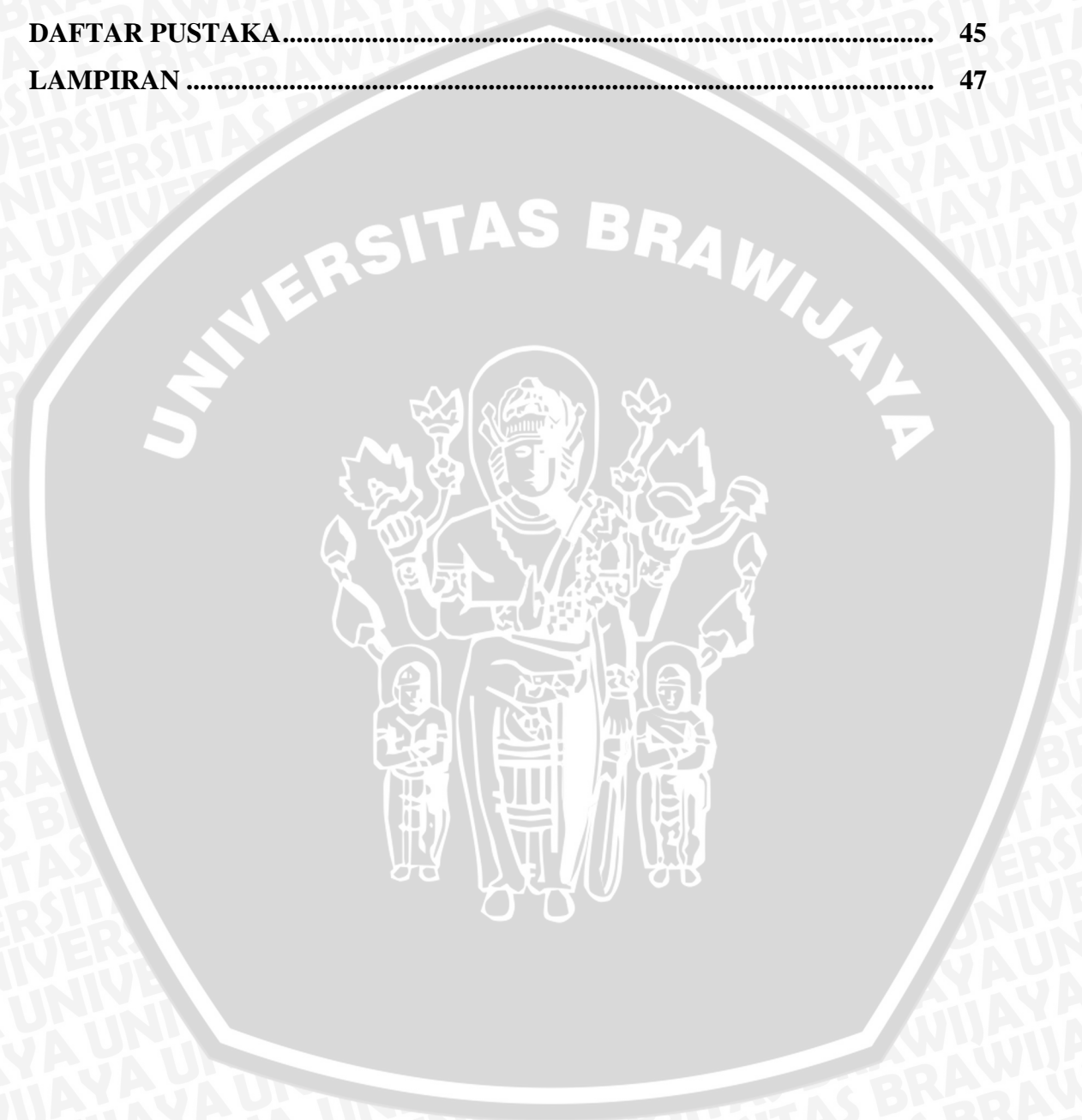
BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan..... 43

5.2 Saran..... 43

DAFTAR PUSTAKA..... 45

LAMPIRAN 47



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Susunan bahan pembentuk semen	5
Tabel 2.2. Perkiraan kebutuhan air (liter) berdasarkan nilai <i>slump</i> (mm) dan ukuran maksimum agregat (mm)	12
Tabel 2.3. Tipikal sifat fisik pasir limbah kuningan	13
Tabel 2.4. Sifat fisik logam kuningan	13
Tabel 2.5. Sifat mekanik logam kuningan	14
Tabel 2.6. Hubungan faktor air semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton umur 28 hari	15
Tabel 2.7. Nilai <i>slump</i>	15
Tabel 2.8. Faktor air semen maksimum	15
Tabel 3.1. Rancangan penelitian benda uji	24
Tabel 4.1. Hasil pemeriksaan agregat halus (pasir alam)	27
Tabel 4.2. Hasil pemeriksaan agregat pasir limbah kuningan	28
Tabel 4.3. Hasil pemeriksaan agregat kasar	30
Tabel 4.4. Hasil analisis saringan agregat campuran pasir limbah kuningan dengan pasir alam	31
Tabel 4.5. Hasil pengujian <i>slump</i> dengan fas yang terjadi (SSD)	34
Tabel 4.6. Berat volume benda uji silinder	34
Tabel 4.7. Kuat tekan beton	35
Tabel 4.8. Analisis metode penerapan rancangan acak lngkap	36
Tabel 4.9. Analisis varian regresi standar	38
Tabel 4.10. Prosentase nilai kenaikan dan penurunan kuat tekan beton (%)	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Grafik pasir zona 1	7
Gambar 2.2.	Grafik pasir zona 2	8
Gambar 2.3.	Grafik pasir zona 3	8
Gambar 2.4.	Grafik pasir zona 4	9
Gambar 2.5.	Grafik gradasi kerikil/koral ukuran maksimum 10 mm	10
Gambar 2.6.	Grafik gradasi kerikil/koral ukuran maksimum 20 mm	10
Gambar 2.7.	Grafik gradasi kerikil/koral ukuran maksimum 40 mm	11
Gambar 2.8.	Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton	12
Gambar 2.9.	Grafik hubungan faktor air semen dengan kuat tekan rata-rata beton silinder	14
Gambar 2.10.	Sketsa pengujian kuat tekan beton	17
Gambar 4.1.	Grafik gradasi agregat halus	28
Gambar 4.2.	Grafik gradasi agregat halus pasir limbah kuningan	29
Gambar 4.3.	Grafik gradasi agregat kasar	30
Gambar 4.4.	Grafik gradasi agregat campuran pasir limbah kuningan dengan pasir alam	32
Gambar 4.5.	Grafik gradasi agregat gabungan dengan butir mak. 30 mm	33
Gambar 4.6.	Grafik regresi untuk beton	37
Gambar 4.7.	Diagram batang hubungan antara komposisi pasir limbah kuningan dengan kuat tekan beton	39
Gambar 4.8.	Diagram batang peningkatan dan penurunan kuat tekan beton	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tabel hasil pengujian berat jenis dan penyerapan dan grafik analisis saringan agregat halus (pasir alam).....	47
Lampiran 2	Tabel hasil kadar air, berat volume agregat halus (pasir alam) dan grafik zona.....	48
Lampiran 3	Tabel hasil pengujian berat jenis dan penyerapan dan grafik analisis saringan agregat halus (pasir limbah kuning)	49
Lampiran 4	Tabel hasil kadar air, berat volume agregat halus (pasir limbah kuning) dan grafik zona.....	50
Lampiran 5	Tabel hasil pengujian berat jenis dan penyerapan dan grafik analisis saringan agregat kasar (batu pecah)	51
Lampiran 6	Tabel hasil kadar air dan berat volume agregat kasar (batu pecah)....	52
Lampiran 7	Grafik zona.....	53
Lampiran 8	Tabel hasil campuran agregat halus pasir alam 90% dengan pasir limbah kuning 10% dan zona.....	54
Lampiran 9	Tabel hasil campuran agregat halus pasir alam 80% dengan pasir limbah kuning 20% dan zona	55
Lampiran 10	Tabel hasil campuran agregat halus pasir alam 70% dengan pasir limbah kuning 30% dan zona	56
Lampiran 11	Tabel hasil campuran agregat halus pasir alam 60% dengan pasir limbah kuning 40% dan zona	57
Lampiran 12	Tabel hasil analisis saringan agregat campuran.....	58
Lampiran 13	Tabel perencanaan campuran beton normal.....	59
Lampiran 14	Tabel perencanaan campuran beton pasir limbah kuning 10%	60
Lampiran 15	Tabel perencanaan campuran beton pasir limbah kuning 20%	61
Lampiran 16	Tabel perencanaan campuran beton pasir limbah kuning 30%	62
Lampiran 17	Tabel perencanaan campuran beton pasir limbah kuning 40%	63
Lampiran 18	Tabel koreksi faktor air semen yang terjadi (SSD) perencanaan campuran beton pasir limbah kuning	64
Lampiran 19	Tabel pengujian berat, berat volume, beban dan kuat tekan silinder beton.....	65
Lampiran 20	Analisis metode penerapan perancangan acak lengkap	66
Lampiran 21	Perhitungan metode penerapan perancangan acak lengkap.....	67

Lampiran 22	Tabel daftar analisis ragam nilai kuat tekan beton (kg/cm^2) dengan komposisi penambahan agregat halus pasir limbah kuningan (%).....	68
Lampiran 23	Perhitungan analisis regresi	69
Lampiran 24	Analisis regresi.....	70
Lampiran 25	Tabel daftar uji varian regresi standar.....	71
Lampiran 26	Grafik hubungan komposisi pasir limbah kuningan dengan kuat tekan beton dan grafik hubungan komposisi pasir limbah kuningan dengan berat volume	72
Lampiran 27	Grafik hubungan komposisi pasir limbah kuningan dengan <i>slump</i> dan grafik hubungan berat volume dengan kuat tekan beton ...	73
Lampiran 28	Grafik hubungan <i>slump</i> dengan kuat tekan beton dan grafik hubungan <i>slump</i> dengan berat volume	74
Lampiran 29	Grafik hubungan komposisi pasir limbah kuningan dengan faktor air semen yang terjadi dan grafik hubungan komposisi pasir limbah kuningan + pasir alam dengan modulus kehalusan.....	75
Lampiran 30	Gambar alat pengaduk beton dan gambar proses penuangan beton serta pengujian <i>slump</i>	76
Lampiran 31	Gambar pemedatan dan pembuatan benda uji beton dalam cetakan silinder 15/30 dan gambar timbangan benda uji dan alat untuk uji tekan beton.....	77
Lampiran 32	Gambar pbenda uji silinder 15/30 untuk uji tekan beton dengan protentase penambahan pasir limbah kuningan yang berbeda dan gambar benuk fisik pasir limbah kuningan	78

Lampiran 1.

Tabel hasil pengujian berat jenis dan panyerapan agregat halus (pasir alam)

Nomor contoh			Berat
1. Berat benda uji kering permukaan	Bj	(gram)	500,00
2. Berat benda uji kering oven	Bk	(gram)	488,80
3. Berat piknometer diisi air (pada suhu kamar)	B	(gram)	672,00
4. Berat piknometer + benda uji (SSD) + air (pada suhu kamar)	Bt	(gram)	974,00
Nomor contoh			
1. Berat jenis curah (<i>Bulk Specific Gravity</i>)	$Bk / (B + 500 - Bt)$		2,47
2. Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	$500 / (B + 500 - Bt)$		2,53
3. Berat jenis semu (<i>Apparent Specific Gravity</i>)	$Bk / (B + Bk - Bt)$		2,62
4. Penyerapan (%) (<i>Absorption</i>)	$(500 - Bk) / Bk \times 100$		2,29

Tabel hasil pengujian analisis saringan agregat halus (pasir alam)

Saringan		Agregat yang diayak	Jumlah	1000 gram	
SK SNI M-08-1989-F				Sisa ayakan (gram)	%
mm	inch		%	%	%
1	2	3	4	5	6
9,520	3/8	0,00	0,00	0,00	100,00
4,750	No. 4	11,30	1,14	1,14	98,86
2,360	No. 8	47,20	4,75	5,88	94,12
1,180	No. 16	107,80	10,84	16,72	83,28
0,600	No. 30	223,50	22,48	39,20	60,80
0,300	No. 50	380,40	38,25	77,45	22,55
0,150	No. 100	148,20	14,90	92,36	7,64
0,075	No. 200	48,70	4,90	97,25	2,75
PAN		27,30	2,75	-	-
Jumlah		994,40	100,00	232,75	

Modulus Kehalusan Pasir , $F_m-p = 232,75/100 = 2,32$

- ❖ $F_m-p = 1,5 - 3,8$ (SSI.0052).
- ❖ Berdasarkan Grafik, maka pasir pengujian termasuk zona 2.
- ❖ Kandungan Lumpur < 5% (syarat).

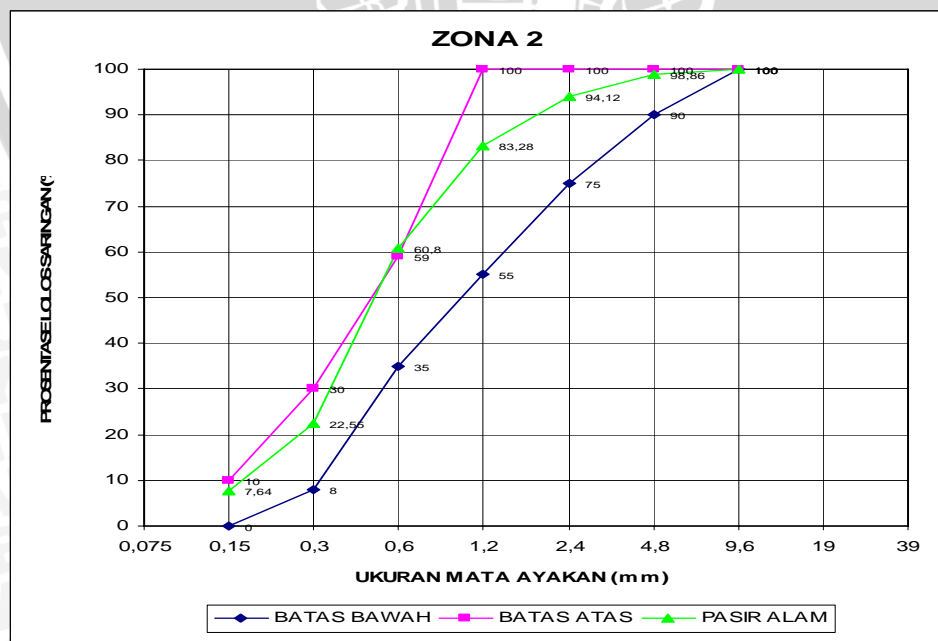
(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 2.

Tabel hasil kadar air dan berat volume agregat halus (pasir alam)

Nomor contoh	Berat & prosentase	
	A	B
1. Berat talam + contoh basah (gram)	104,90	121,80
2. Berat talam + contoh kering (gram)	104,60	121,80
3. Berat air = (1) - (2) (gram)	0,30	0,00
4. Berat talam (gram)	37,90	31,80
5. Berat contoh kering = (2) - (4) (gram)	66,70	90,00
6. Kadar air = (3) / (5) (%)	0,45	0,00
7. Kadar air rata-rata (%)	0,23	

1. Berat takaran (gram)	1063,00
2. Berat takaran + air (gram)	3130,00
3. Berat air = (2) - (1) (gram)	2067,00
4. Volume air = (3) / 1 (cc)	2067,00
Cara	Shoveled
5. Berat takaran (gram)	1063,00
6. Berat takaran + benda uji (gram)	4535,00
7. Berat benda uji = (6) - (5) (gram)	3472,00
8. Berat volume agregat halus = (7) / (4) (gram/cc)	1,68
9. Berat volume agregat halus rata-rata (gram/cc)	1,68



(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 3.

Tabel hasil pengujian berat jenis dan panyerapan agregat halus pasir limbah kuningan

Nomor contoh			Berat
1. Berat benda uji kering permukaan	Bj	(gram)	500,00
2. Berat benda uji kering oven	Bk	(gram)	497,30
3. Berat piknometer diisi air (pada suhu kamar)	B	(gram)	672,00
4. Berat piknometer + benda uji (SSD) + air (pada suhu kamar)	Bt	(gram)	1083,00
Nomor contoh			
1. Berat jenis curah (<i>Bulk Specific Gravity</i>)	$Bk / (B + 500 - Bt)$		5,59
2. Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	$500 / (B + 500 - Bt)$		5,62
3. Berat jenis semu (<i>Apparent Specific Gravity</i>)	$Bk / (B + Bk - Bt)$		5,76
4. Penyerapan (%) (<i>Absorption</i>)	$(500 - Bk) / Bk \times 100$		0,54

Tabel hasil pengujian analisis saringan agregat halus pasir limbah kuningan

Saringan		Agregat yang diayak	Jumlah	1000 gram	
SK SNI M-08-1989-F				Sisa ayakan (gram)	%
mm	inch		%	%	%
1	2	3	4	5	6
9,520	3/8	0,00	0,00	0,00	100,00
4,750	No. 4	0,00	0,00	0,00	100,00
2,360	No. 8	3,50	0,36	0,36	99,64
1,180	No. 16	32,40	3,33	3,69	96,31
0,600	No. 30	122,40	12,58	16,28	83,72
0,300	No. 50	386,30	39,72	55,99	44,01
0,150	No. 100	254,90	26,21	82,20	17,80
0,075	No. 200	20,20	2,08	84,28	15,72
PAN		152,90	15,72	-	-
Jumlah		972,60	100,00	158,52	

Modulus Kehalusan Pasir , $F_m-p = 158,52/100 = 1,59$.

- ❖ $F_m-p = 1,5 - 3,8$ (SSI.0052).
- ❖ Berdasarkan Grafik, maka pasir pengujian termasuk zona 4.
- ❖ Kandungan Lumpur $< 5\%$ (syarat).

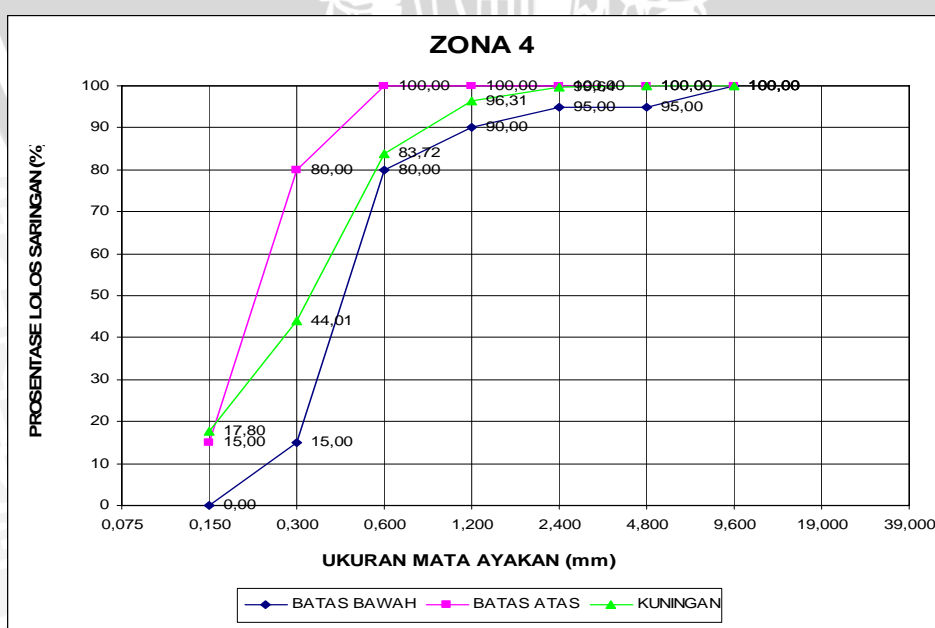
(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 4.

Tabel hasil kadar air dan berat volume agregat halus pasir limbah kuningan

Nomor contoh	Berat & prosentase	
	A	B
1. Berat talam + contoh basah (gram)	146,30	171,50
2. Berat talam + contoh kering (gram)	145,60	170,20
3. Berat air = (1) - (2) (gram)	0,70	1,30
4. Berat talam (gram)	38,00	31,80
5. Berat contoh kering = (2) - (4) (gram)	107,60	138,40
6. Kadar air = (3) / (5) (%)	0,65	0,94
7. Kadar air rata-rata (%)	0,79	

1. Berat takaran (gram)	1063,00
2. Berat takaran + air (gram)	3130,00
3. Berat air = (2) - (1) (gram)	2067,00
4. Volume air = (3) / 1 (cc)	2067,00
Cara	
Shoveled	
5. Berat takaran (gram)	1063,00
6. Berat takaran + benda uji (gram)	6298,00
7. Berat benda uji = (6) - (5) (gram)	5235,00
8. Berat volume agregat halus = (7) / (4) (gram/cc)	2,53
9. Berat volume agregat halus rata-rata (gram/cc)	2,53



(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 5.

Tabel hasil pengujian berat jenis dan panyerapan agregat kasar (batu pecah)

Nomor contoh			Berat
1. Berat benda uji kering permukaan	Bj	(gram)	5000,00
2. Berat benda uji kering oven	Bk	(gram)	4859,20
3. Berat piknometer diisi air (pada suhu kamar)	B	(gram)	3155,00

Nomor contoh			
1. Berat jenis curah (<i>Bulk Specific Grafitiy</i>)	$Bk / (Bj - Ba)$		2,63
2. Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	$500 / (Bj -Ba)$		2,71
3. Berat jenis semu (<i>Apparent Specific Gravity</i>)	$Bk / (Bk - Ba)$		2,85
4. Penyerapan (%) (<i>Absorption</i>)	$(Bj - Bk) / Bk \times 100$		2,90

Tabel hasil pengujian analisis saringan agregat kasar (batu pecah)

Saringan		Agregat yang diayak	Jumlah	1000 gram	
SK SNI M-08-1989-F				Sisa ayakan (gram)	%
mm	inch		%	%	%
1	2	3	4	5	6
50,800	2"	0,00	0,00	0,00	100,00
25,400	1"	48,00	0,48	0,48	99,52
19,050	3/4"	314,00	3,14	3,62	96,38
12,700	1/2"	5969,00	59,69	63,31	36,69
9,520	3/8"	328,00	3,28	66,59	33,41
4,750	No. 4	2473,00	24,73	91,32	8,68
2,360	No. 8	388,00	3,88	95,20	4,80
1,180	No. 16	310,00	3,10	98,30	1,70
0,600	No. 30	90,00	0,90	99,20	0,80
0,250	No. 50	0,00	0,00	99,20	0,80
0,150	No. 100	0,00	0,00	99,20	0,80
0,075	No. 200	0,00	0,00	99,20	0,80
PAN		80,00	0,80	-	-
Jumlah		1000,00	100,00	716,42	

(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 6.

Modulus Kehalusan Kerikil , $F_m-k = 716,42/100 = 7,16$

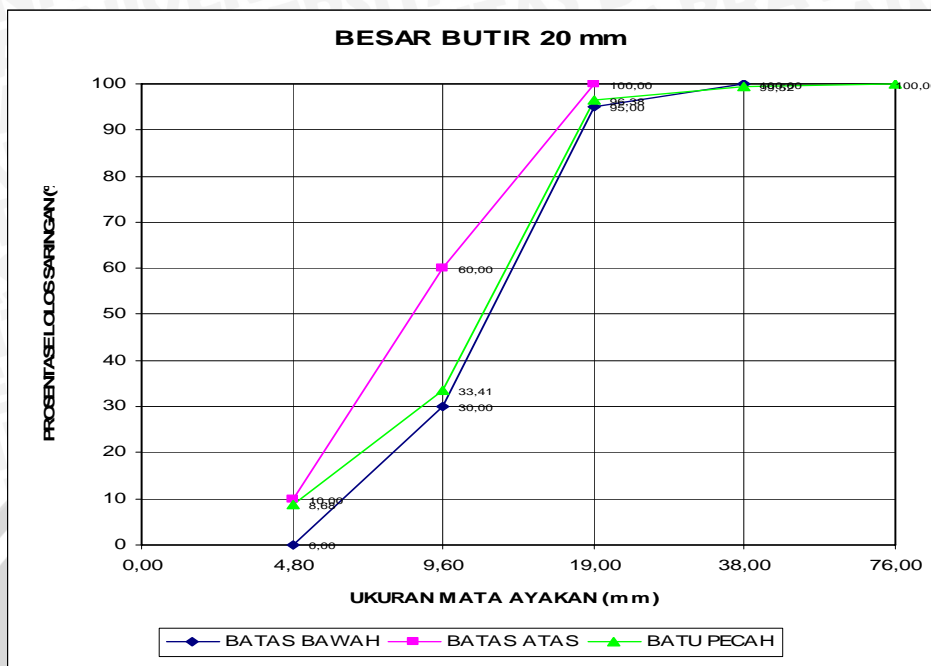
- ❖ $F_m-p = 6,0 - 7,1$ (SSI.0052).
- ❖ $F_m-k = 7,16 < 9,55$, (masuk standar ASTM).
- ❖ Berdasarkan tabel analisis saringan batu pecah masuk gradasi kerikil ukuran maksimum 20 mm.
- ❖ Kandungan Lumpur $< 1\%$ (syarat).

Tabel hasil kadar air dan berat volume agregat kasar (batu pecah)

Nomor contoh	Berat & prosentase	
	A	B
1. Berat talam + contoh basah (gram)	165,40	156,50
2. Berat talam + contoh kering (gram)	164,00	155,10
3. Berat air = (1) - (2) (gram)	1,40	1,40
4. Berat talam (gram)	37,90	31,80
5. Berat contoh kering = (2) - (4) (gram)	126,10	123,30
6. Kadar air = (3) / (5) (%)	1,11	1,14
7. Kadar air rata-rata (%)	1,12	
1. Berat takaran (gram)	1061,00	
2. Berat takaran + air (gram)	3130,00	
3. Berat air = (2) - (1) (gram)	2069,00	
4. Volume air = (3) / 1 (cc)	2069,00	
Cara	Shoveled	
5. Berat takaran (gram)	1061,00	
6. Berat takaran + benda uji (gram)	4325,00	
7. Berat benda uji = (6) - (5) (gram)	3264,00	
8. Berat volume agregat halus = (7) / (4) (gram/cc)	1,58	
9. Berat volume agregat halus rata-rata (gram/cc)	1,58	

(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 7.



(Sumber : Hasil Penelitian)

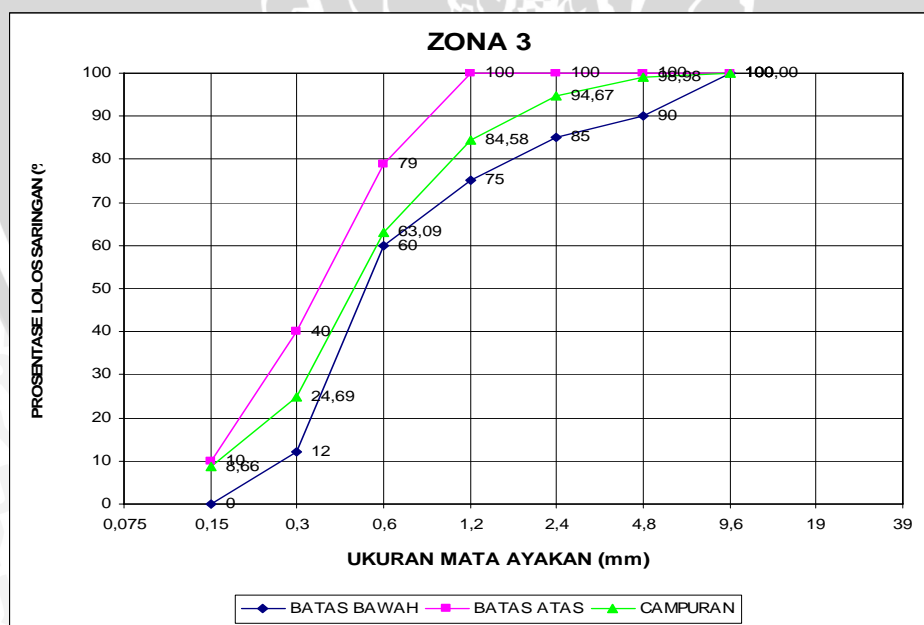


Lampiran 8.

Tabel hasil campuran agregat halus pasir alam dengan pasir limbah kuningin

Saringan		1000 gram PLK		10%	1000 gram PA		90%	Kom.	Kom.
SK SNI M-08-1989-F		Tertahan	Lolos		Tertahan	Lolos		Tertahan	Lolos
mm	Inch	%	%		%	%			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9,520	3/8	0,00	100,00	10,00	0,00	100,00	90,00	0,00	100,00
4,750	No. 4	0,00	100,00	10,00	1,14	98,86	88,98	1,02	98,98
2,360	No. 8	0,36	99,64	9,96	5,88	94,12	84,71	5,33	94,67
1,180	No. 16	3,69	96,31	9,63	16,72	83,28	74,95	15,42	84,58
0,600	No. 30	16,28	83,72	8,37	39,20	60,80	54,72	36,91	63,09
0,300	No. 50	55,99	44,01	4,40	77,45	22,55	20,29	75,31	24,69
0,150	No. 100	82,20	17,80	1,78	92,36	7,64	6,88	91,34	8,66
0,075	No. 200	84,28	15,72	1,57	97,25	2,75	2,47	95,96	4,04
PAN		100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Jumlah								225,33	

Modulus Kehalusan Pasir , $F_m-p = 325,33/100 = 2,25$



(Sumber : Hasil Penelitian)

Keterangan :

PLK = Pasir limbah kuningin

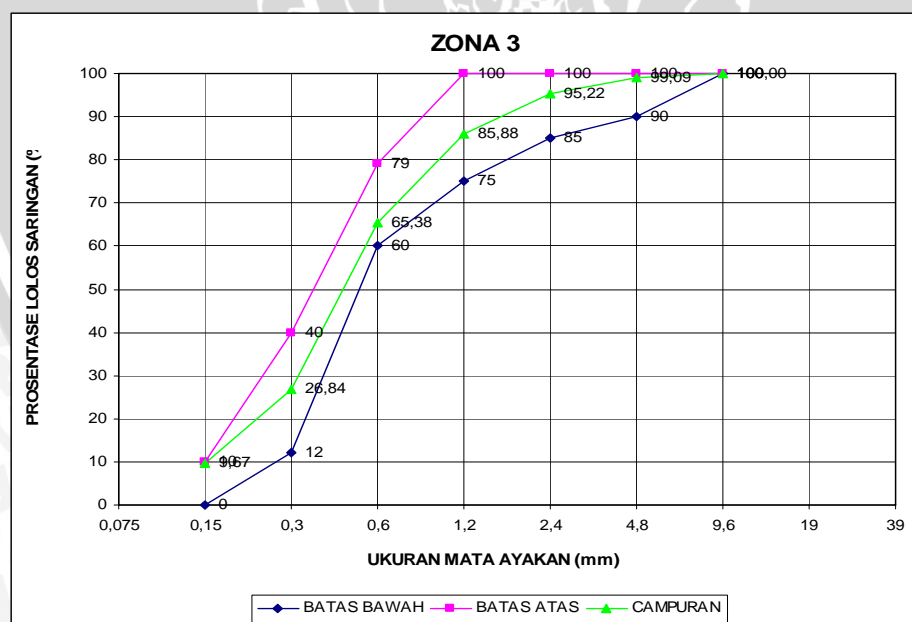
PA = Pasir alam

Lampiran 9.

Tabel hasil campuran agregat halus pasir alam dengan pasir limbah kuningin

Saringan		1000 gram PLK		20%	1000 gram PA		80%	Kom.	Kom.
SK SNI M-08-1989-F		Tertahan	Lolos		Tertahan	Lolos		Tertahan	Lolos
mm	inch	%	%		%	%			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9,520	3/8	0,00	100,00	20,00	0,00	100,00	80,00	0,00	100,00
4,750	No. 4	0,00	100,00	20,00	1,14	98,86	79,09	0,91	99,09
2,360	No. 8	0,36	99,64	19,93	5,88	94,12	75,29	4,78	95,22
1,180	No. 16	3,69	96,31	19,26	16,72	83,28	66,62	14,12	85,88
0,600	No. 30	16,28	83,72	16,74	39,20	60,80	48,64	34,62	65,38
0,300	No. 50	55,99	44,01	8,80	77,45	22,55	18,04	73,16	26,84
0,150	No. 100	82,20	17,80	3,56	92,36	7,64	6,11	90,33	9,67
0,075	No. 200	84,28	15,72	3,14	97,25	2,75	2,20	94,66	5,34
PAN		100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Jumlah								217,91	

Modulus Kehalusan Pasir , $F_m-p = 217,91/100 = 2,18$



(Sumber : Hasil Penelitian)

Keterangan :

PLK = Pasir limbah kuningin

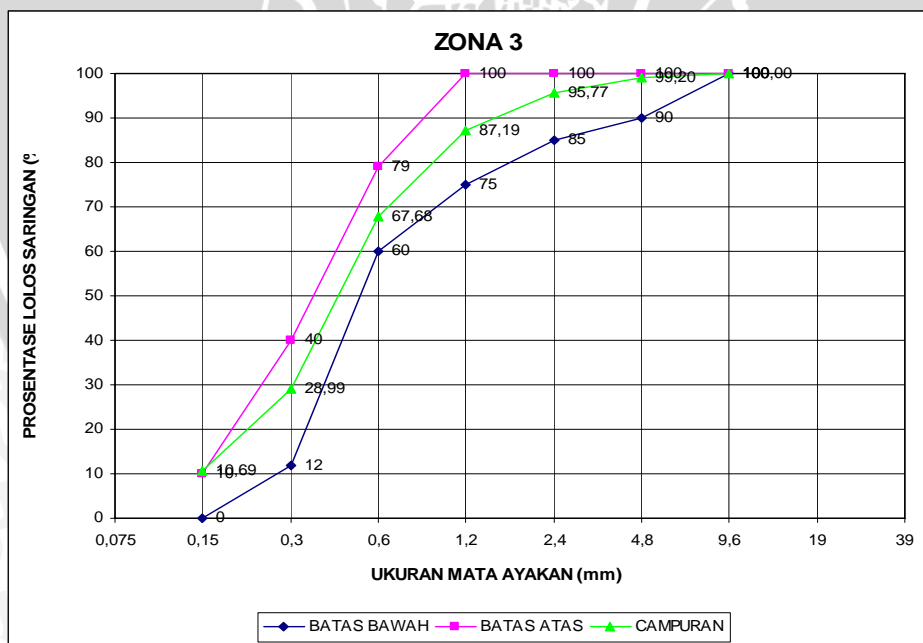
PA = Pasir alam

Lampiran 10.

Tabel hasil campuran agregat halus pasir alam dengan pasir limbah kuningin

Saringan		1000 gram PLK		30%	1000 gram PA		70%	Kom.	Kom.	
SK SNI M-08-1989-F		Tertahan	Lolos		Tertahan	Lolos		Tertahan	Lolos	
mm	Inch	%	%		%	%				
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
9,520	3/8	0,00	100,00	30,00	0,00	100,00	70,00	0,00	100,00	
4,750	No. 4	0,00	100,00	30,00	1,14	98,86	69,20	0,80	99,20	
2,360	No. 8	0,36	99,64	29,89	5,88	94,12	65,88	4,23	95,77	
1,180	No. 16	3,69	96,31	28,89	16,72	83,28	58,29	12,81	87,19	
0,600	No. 30	16,28	83,72	25,12	39,20	60,80	42,56	32,32	67,68	
0,300	No. 50	55,99	44,01	13,20	77,45	22,55	15,78	71,01	28,99	
0,150	No. 100	82,20	17,80	5,34	92,36	7,64	5,35	89,31	10,69	
0,075	No. 200	84,28	15,72	4,72	97,25	2,75	1,92	93,36	6,64	
PAN		100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	
Jumlah								210,48		

Modulus Kehalusan Pasir , $F_m-p = 210,48/100 = 2,10$



(Sumber : Hasil Penelitian)

Keterangan :

PLK = Pasir limbah kuningin

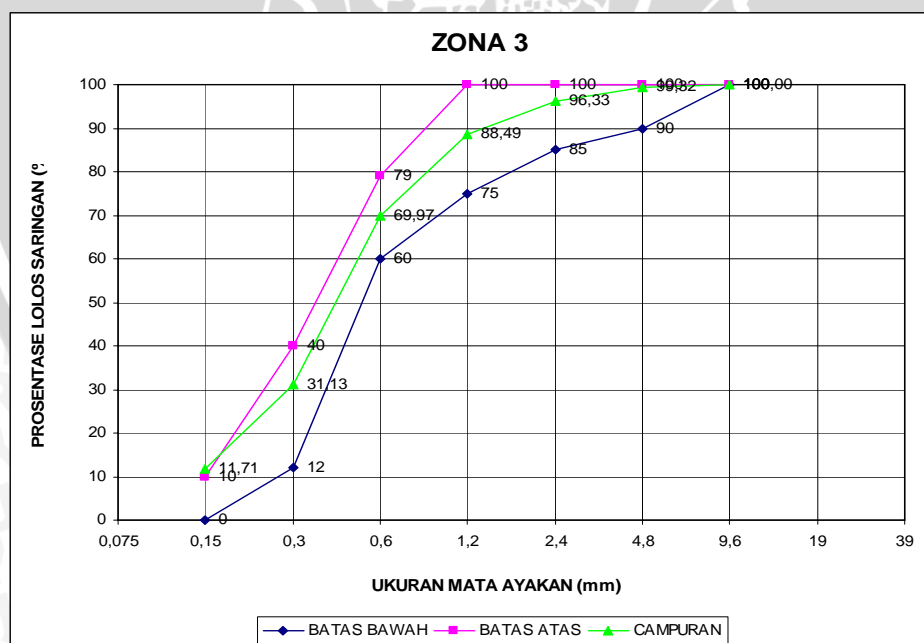
PA = Pasir alam

Lampiran 11.

Tabel hasil campuran agregat halus pasir alam dengan pasir limbah kuningin

Saringan		1000 gram PLK		40%	1000 gram PA		60%	Kom.	Kom.
SK SNI M-08-1989-F		Tertahan	Lolos		Tertahan	Lolos		Tertahan	Lolos
mm	inch	%	%		%	%			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9,520	3/8	0,00	100,00	40,00	0,00	100,00	60,00	0,00	100,00
4,750	No. 4	0,00	100,00	40,00	1,14	98,86	59,32	0,68	99,32
2,360	No. 8	0,36	99,64	39,86	5,88	94,12	56,47	3,67	96,33
1,180	No. 16	3,69	96,31	38,52	16,72	83,28	49,97	11,51	88,49
0,600	No. 30	16,28	83,72	33,49	39,20	60,80	36,48	30,03	69,97
0,300	No. 50	55,99	44,01	17,60	77,45	22,55	13,53	68,87	31,13
0,150	No. 100	82,20	17,80	7,12	92,36	7,64	4,59	88,29	11,71
0,075	No. 200	84,28	15,72	6,29	97,25	2,75	1,65	92,06	7,94
PAN		100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Jumlah								203,06	

Modulus Kehalusan Pasir , $F_m-p = 203,06/100 = 2,03$



(Sumber : Hasil Penelitian)

Keterangan :

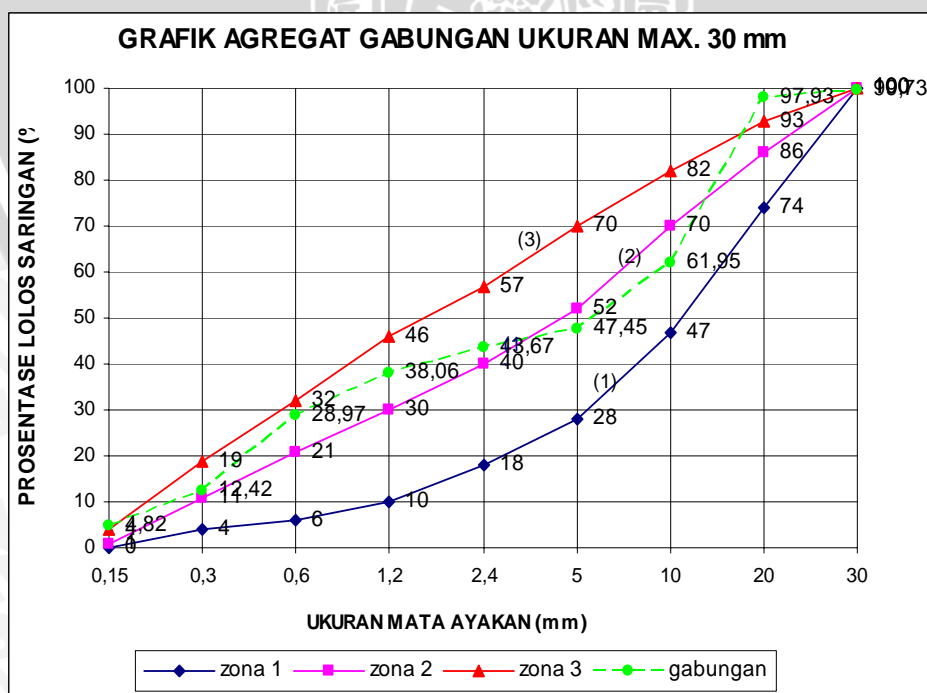
PLK = Pasir limbah kuningin

PA = Pasir alam

Lampiran 12.

Tabel hasil analisis saringan agregat campuran

Saringan		Berat butir agregat		Komposisi agregat		Jumlah
SK SNI M-08-1989-F		Halus	Kasar	Halus	Kasar	
Mm	Inch	Lolos (%)	Lolos (%)	42,86 %	57,14 %	(4 + 5)
1	2	3	4	3	5	6
50,800	2"	100,00	100,00	42,86	57,14	100,00
25,400	1"	100,00	99,52	42,86	56,87	99,73
19,050	3/4"	100,00	96,38	42,86	55,07	97,93
12,700	1/2"	100,00	36,69	42,86	20,97	63,82
9,520	3/8"	100,00	33,41	42,86	19,09	61,95
4,750	No. 4	99,15	8,68	42,49	4,96	47,45
2,360	No. 8	95,50	4,80	40,93	2,74	43,67
1,180	No. 16	86,53	1,70	37,09	0,97	38,06
0,600	No. 30	66,53	0,80	28,51	0,46	28,97
0,250	No. 50	27,91	0,80	11,96	0,46	12,42
0,150	No. 100	10,18	0,80	4,36	0,46	4,82
0,075	No. 200	5,99	0,80	2,57	0,46	3,02
PAN		-	-	-		-
Jumlah						601,84



Grafik gabungan pasir dan kerikil masuk Zona 1 - 2 dan Zona 2 - 3
(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 13.

Tabel perencanaan campuran beton normal

No	Uraian	Tabel/grafik Perhitungan	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan disyaratkan (28 hari)	Hasil ukur	20,00	Mpa
2	Deviasi standar (s)	Dihitung	Tidak ada	Mpa
3	Nilai tambah / margin m	m	12,00	Mpa
4	Kuat tekan rata yang ditargetkan	(1 + 3)	32,00	Mpa
5	Jenis / Jenis semen (pc)	Ditetapkan	Jenis I	
6	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batu pecah	
	Jenis agregat halus	Ditetapkan	Pasir alam	
7	Faktor air semen (fas)	Ditetapkan	0,45	
8	Faktor air semen maksimum	Tabel 8.19	0,60	
9	Slump	Hasil ukur	42,00	mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20,00	mm
11	Kadar air bebas	Hasil ukur	6,75	kg/5 sampel
12	Jumlah semen	Ditetapkan	-	kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	-	kg/m ³
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan / PBI	275	kg/m ³
15	Jumlah semen yang dipakai	Hasil ukur	15,00	kg/5 sampel
16	Susunan butir agregat halus	Gambar 4.5	Zona 2	
17	Persen agregat halus	Ditetapkan	42,86	%
18	Berat jenis relatif agregat (SSD)	Hasil ukur	2,63	
19	Berat jenis beton	Hasil ukur	74,25	kg/5 sampel
20	Kadar agregat gabungan	(19 - (15 + 11))	52,50	kg/5 sampel
21	Kadar agregat halus	Hasil ukur	22,50	kg/5 sampel
22	Kadar agregat kasar	Hasil ukur	30,00	kg/5 sampel

Banyak bahan (teoritis)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 sampel	74,25	6,75	15,00	0	22,25	30,00

Banyak bahan (koreksi)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 sampel	74,25	5,75	15,00	0,00	22,96	30,53
			1	1,5		2

(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 14.

Tabel perencanaan campuran beton pasir limbah kuningan 10%

No	Uraian	Tabel/grafik Perhitungan	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan disyaratkan (28 hari)	Hasil ukur	20,00	Mpa
2	Deviasi standar (s)	Dihitung	Tidak ada	Mpa
3	Nilai tambah / margin m	m	12,00	Mpa
4	Kuat tekan rata yang ditargetkan	(1 + 3)	32,00	Mpa
5	Jenis / Jenis semen (pc)	Ditetapkan	Jenis I	
6	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batu pecah	
	Jenis agregat halus	Ditetapkan	Pasir alam	
7	Faktor air semen (fas)	Ditetapkan	0,45	
8	Faktor air semen maksimum	Tabel 8.19	0,60	
9	Slump	Hasil ukur	143,00	mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20,00	mm
11	Kadar air bebas	Hasil ukur	6,75	kg/5 sampel
12	Jumlah semen	Ditetapkan	-	kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	-	kg/m ³
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan / PBI	275	kg/m ³
15	Jumlah semen yang dipakai	Hasil ukur	15,00	kg/5 sampel
16	Susunan butir agregat halus	Gambar 4.5	Zona 3	
17	Persen agregat halus	Ditetapkan	42,86	%
18	Berat jenis relatif agregat (SSD)	Hasil ukur	2,77	
19	Berat jenis beton	Hasil ukur	74,25	kg/5 sampel
20	Kadar agregat gabungan	(19 - (15 + 11))	52,50	kg/5 sampel
21	Kadar agregat halus	Hasil ukur	22,50	kg/5 sampel
22	Kadar agregat kasar	Hasil ukur	30,00	kg/5 sampel

Banyak bahan (teoritis)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 sampel	74,25	6,75	15,00	2,25	20,25	30,00

Banyak bahan (koreksi)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 sampel	74,25	5,80	15,00	2,24	20,67	30,53
			1	1,5		2

(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 15.

Tabel perencanaan campuran beton pasir limbah kuningan 20%

No	Uraian	Tabel/grafik Perhitungan	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan disyaratkan (28 hari)	Hasil ukur	20,00	Mpa
2	Deviasi standar (s)	Dihitung	Tidak ada	Mpa
3	Nilai tambah / margin m	m	12,00	Mpa
4	Kuat tekan rata yang ditargetkan	(1 + 3)	32,00	Mpa
5	Jenis / Jenis semen (pc)	Ditetapkan	Jenis I	
6	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batu pecah	
	Jenis agregat halus	Ditetapkan	Pasir alam	
7	Faktor air semen (fas)	Ditetapkan	0,45	
8	Faktor air semen maksimum	Tabel 8.19	0,60	
9	Slump	Hasil ukur	147,00	mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20,00	mm
11	Kadar air bebas	Hasil ukur	6,75	kg/5 sampel
12	Jumlah semen	Ditetapkan	-	kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	-	kg/m ³
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan / PBI	275	kg/m ³
15	Jumlah semen yang dipakai	Hasil ukur	15,00	kg/5 sampel
16	Susunan butir agregat halus	Gambar 4.5	Zona 3	
17	Persen agregat halus	Ditetapkan	42,86	%
18	Berat jenis relatif agregat (SSD)	Hasil ukur	2,90	
19	Berat jenis beton	Hasil ukur	74,25	kg/5 sampel
20	Kadar agregat gabungan	(19 - (15 + 11))	52,50	kg/5 sampel
21	Kadar agregat halus	Hasil ukur	22,50	kg/5 sampel
22	Kadar agregat kasar	Hasil ukur	30,00	kg/5 sampel

Banyak bahan (teoritis)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 sampel	74,25	6,75	15,00	4,50	18,00	30,00

Banyak bahan (koreksi)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 sampel	74,25	5,86	15,00	4,49	18,37	30,53
			1	1,5	2	

(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 16.

Tabel perencanaan campuran beton pasir limbah kuningan 30%

No	Uraian	Tabel/grafik Perhitungan	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan disyaratkan (28 hari)	Hasil ukur	20,00	Mpa
2	Deviasi standar (s)	Dihitung	Tidak ada	Mpa
3	Nilai tambah / margin m	m	12,00	Mpa
4	Kuat tekan rata yang ditargetkan	(1 + 3)	32,00	Mpa
5	Jenis / Jenis semen (pc)	Ditetapkan	Jenis I	
6	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batu pecah	
	Jenis agregat halus	Ditetapkan	Pasir alam	
7	Faktor air semen (fas)	Ditetapkan	0,45	
8	Faktor air semen maksimum	Tabel 8.19	0,60	
9	Slump	Hasil ukur	158,00	mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20,00	mm
11	Kadar air bebas	Hasil ukur	6,75	kg/5 sampel
12	Jumlah semen	Ditetapkan	-	kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	-	kg/m ³
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan / PBI	275	kg/m ³
15	Jumlah semen yang dipakai	Hasil ukur	15,00	kg/5 sampel
16	Susunan butir agregat halus	Gambar 4.5	Zona 3	
17	Persen agregat halus	Ditetapkan	42,86	%
18	Berat jenis relatif agregat (SSD)	Hasil ukur	3,03	
19	Berat jenis beton	Hasil ukur	74,25	kg/5 sampel
20	Kadar agregat gabungan	(19 - (15 + 11))	52,50	kg/5 sampel
21	Kadar agregat halus	Hasil ukur	22,50	kg/5 sampel
22	Kadar agregat kasar	Hasil ukur	30,00	kg/5 sampel

Banyak bahan (teoritis)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 sampel	74,25	6,75	15,00	6,75	15,75	30,00

Banyak bahan (koreksi)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 sampel	74,25	5,91	15,00	6,73	16,08	30,53
			1	1,5	2	

(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 17.

Tabel perencanaan campuran beton pasir limbah kuningan 40%

No	Uraian	Tabel/grafik Perhitungan	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan disyaratkan (28 hari)	Hasil ukur	20,00	Mpa
2	Deviasi standar (s)	Dihitung	Tidak ada	Mpa
3	Nilai tambah / margin m	m	12,00	Mpa
4	Kuat tekan rata yang ditargetkan	(1 + 3)	32,00	Mpa
5	Jenis / Jenis semen (pc)	Ditetapkan	Jenis I	
6	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batu pecah	
	Jenis agregat halus	Ditetapkan	Pasir alam	
7	Faktor air semen (fas)	Ditetapkan	0,45	
8	Faktor air semen maksimum	Tabel 8.19	0,60	
9	<i>Slump</i>	Hasil ukur	173,00	mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20,00	mm
11	Kadar air bebas	Hasil ukur	6,75	kg/5 sampel
12	Jumlah semen	Ditetapkan	-	kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	-	kg/m ³
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan / PBI	275	kg/m ³
15	Jumlah semen yang dipakai	Hasil ukur	15,00	kg/5 sampel
16	Susunan butir agregat halus	Gambar 4.5	Zona 3	
17	Persen agregat halus	Ditetapkan	42,86	%
18	Berat jenis relatif agregat (SSD)	Hasil ukur	3,16	
19	Berat jenis beton	Hasil ukur	74,25	kg/5 sampel
20	Kadar agregat gabungan	(19 - (15 + 11))	52,50	kg/5 sampel
21	Kadar agregat halus	Hasil ukur	22,50	kg/5 sampel
22	Kadar agregat kasar	Hasil ukur	30,00	kg/5 sampel

Banyak bahan (teoritis)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 sampel	74,25	6,75	15,00	9,00	13,50	30,00

Banyak bahan (koreksi)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 sampel	74,25	5,96	15,00	8,98	13,78	30,53
			1	1,5		2

(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 18.

Koreksi faktor air semen yang terjadi (SSD)

Tabel perencanaan campuran beton pasir limbah kuningan 0%

Banyak bahan (koreksi)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 benda uji	74,25	5,75	15,00	0,00	22,96	30,53
	FAS	0,38				

Tabel perencanaan campuran beton pasir limbah kuningan 10%

Banyak bahan (koreksi)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 benda uji	74,25	5,80	15,00	2,24	20,67	30,53
	FAS	0,39				

Tabel perencanaan campuran beton pasir limbah kuningan 20%

Banyak bahan (koreksi)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 benda uji	74,25	5,86	15,00	4,49	18,37	30,53
	FAS	0,39				

Tabel perencanaan campuran beton pasir limbah kuningan 30%

Banyak bahan (koreksi)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 benda uji	74,25	5,91	15,00	6,73	16,08	30,53
	FAS	0,39				

Tabel perencanaan campuran beton pasir limbah kuningan 40%

Banyak bahan (koreksi)	Berat total (kg)	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)		Agregat kasar (kg)
				PLK	PA	
Untuk 5 benda uji	74,25	5,96	15,00	8,98	13,78	30,53
	FAS	0,40				

(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 19.

Tabel pengujian berat, berat volume, beban, dan kuat tekan silinder beton

Jenis Beton		Berat (kg)	Berat volume (kg/m ³)	Beban (KN)	Beban (kg)	K. Tekan (kg/cm ²)	K. Tekan (MPa)
Beton A > PA 100 % > PLK 0 %	1	12,120	2326	538	54859,4726	310,5986	31,0599
	2	12,340	2352	543	55369,3190	313,4852	31,3485
	3	12,350	2346	547	55777,1962	315,7945	31,5794
	4	12,270	2371	521	53125,9949	300,7841	30,0784
	5	12,190	2340	536	54655,5341	309,4439	30,9444
Beton B > PA 90 % > PLK 10 %	1	12,480	2355	537	54757,5034	310,0213	31,0021
	2	12,500	2359	552	56287,0426	318,6811	31,8681
	3	12,430	2370	540	55063,4112	311,7532	31,1753
	4	12,400	2372	547	55777,1962	315,7945	31,5794
	5	12,470	2353	545	55573,2576	314,6398	31,4640
Beton C > PA 80 % > PLK 20 %	1	12,410	2382	575	58632,3360	331,9594	33,1959
	2	12,660	2389	544	55471,2883	314,0625	31,4062
	3	12,660	2389	537	54757,5034	310,0213	31,0021
	4	12,670	2391	574	58530,3667	331,3821	33,1382
	5	12,500	2383	548	55879,1654	316,3718	31,6372
Beton D > PA 70 % > PLK 30 %	1	12,740	2404	528	53839,7798	304,8254	30,4825
	2	12,720	2401	537	54757,5034	310,0213	31,0021
	3	12,690	2395	531	54145,6877	306,5573	30,6557
	4	12,710	2399	553	56389,0118	319,2584	31,9258
	5	12,680	2393	538	54859,4726	310,5986	31,0599
Beton E > PA 60 % > PLK 40 %	1	12,805	2417	518	52820,0870	299,0522	29,9052
	2	12,796	2415	501	51086,6093	289,2377	28,9238
	3	12,937	2442	553	56389,0118	319,2584	31,9258
	4	12,790	2414	511	52106,3021	295,0109	29,5011
	5	12,860	2427	526	53635,8413	303,6707	30,3671

(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 20.

Analisis metode penerapan rancangan acak lengkap

Dalam penelitian ini terdapat dua variabel, yaitu variabel bebas adalah komposisi agregat halus pasir limbah kuning dan variabel tak bebas nilai kuat tekan beton. Perhitungan metode penerapan rancangan acak lengkap model dengan ulangan yang sama.

Tabel data pengujian kuat tekan beton (kg/m^2) dari 25 sampel benda uji silinder dengan komposisi penambahan agregat halus pasir limbah kuning (%).

Komposisi Campuran PLK + PA	Kuat tekan beton (kg/cm^2)					Jumlah Σ	Rata
	1	2	3	4	5		
I. 0% PLK dan 100% PA	310,5990	313,4850	315,7940	300,7840	309,4440	1550,1060	310,0212
II. 10% PLK dan 90% PA	310,0213	318,6811	311,7532	315,7945	314,6398	1570,8899	314,1780
III. 20% PLK dan 80% PA	331,9594	314,0625	310,0213	331,3821	316,3718	1603,7971	320,7594
IV. 30% PLK dan 70% PA	304,8254	310,0213	306,5573	319,2584	310,5986	1551,2610	310,2522
V. 40% PLK dan 60% PA	299,0522	289,2377	319,2584	295,0109	303,6707	1506,2299	301,2460

(Sumber : Hasil Penelitian)

$$\begin{aligned} db_{\text{total}} &= rt - 1 = \text{banyaknya pengamatan} - 1 \\ &= 25 - 1 \\ &= 24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} db_{\text{perlak.}} &= rt - 1 = \text{banyaknya perlakuan} - 1 \\ &= 5 - 1 \\ &= 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} db_{\text{galat}} &= db_{\text{total}} - db_{\text{perlak.}} \\ &= 24 - 4 \\ &= 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} FK &= \frac{(1550,1060 + 1570,8899 + 1603,7971 + 1551,2610 + 1506,2299)^2}{25} \\ &= 2422557,7100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKT &= \Sigma X^2 - FK \\ &= (310,5990)^2 + (313,4850)^2 + (315,7940)^2 + \dots + (295,0109)^2 + (303,6707)^2 \\ &= 24247803,4804 - 2422557,7100 \\ &= 22245,7704 \end{aligned}$$

Lampiran 21.

$$JKP = \frac{(1550,1060)^2}{5} + \frac{(1570,8899)^2}{5} + \frac{(1603,7971)^2}{5} + \frac{(1551,2610)^2}{5} + \frac{(1506,2299)^2}{5} - (FK)$$

$$= 2423565,6070 - 2422557,7100$$

$$= 1007,8970$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 2245,7704 - 1007,8970$$

$$= 1237,8735$$

$$KTP = \frac{JKP}{(t-1)}$$

$$= \frac{1007,8970}{(5-1)}$$

$$= 251,9743$$

$$KTG = \frac{JKG}{db_{galat}}$$

$$= \frac{1237,8735}{20}$$

$$= 61,8937$$

$$F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG}$$

$$= \frac{251,9743}{61,8937}$$

$$= 4,0711$$

$$kk = \frac{(KTG)^{1/2}}{\bar{X}} \times 100\%$$

$$= \frac{(61,8937)^{1/2}}{311,2914} \times 100\%$$

$$= 2,5273\%$$

Tentukan nilai F_{tabel} melalui Tabel Lampiran (Tabel F) dengan $f_1 = db_{perlakuan} = 4$ dan $f_2 = db_{galat} = 20$, pada taraf 5% dan 2,5% berturut-turut adalah = 2,87 dan 3,51.

Lampiran 22.

Tabel daftar analisis ragam nilai kuat tekan beton (kg/cm^2) dengan komposisi penambahan agregat halus pasir limbah kuningin (%).

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}	
					5%	2,5%
Perlakuan	4	1007,897	251,9743	4,0711	2,87	3,51
Galat	20	1237,8735	61,8937	-	-	-
Total	24	2245,7705	-	-	-	-

(Sumber : Hasil Penelitian)

- Dari daftar distribusi F dengan $f_1 = \text{db}_{\text{perlakuan}} = 4$ dan $f_2 = \text{db}_{\text{galat}} = 20$, pada taraf 5% dan 2,5% berturut-turut adalah = 2,87 dan 3,51. Ternyata $F_{\text{hitung}} = 4,0711 > F_{\text{tabel}} = 2,84$ dan 3,51.



Lampiran 23.

Perhitungan analisis regresi

Tabel data pengujian hasil kuat tekan beton rata-rata (kg/cm^2)

Komposisi penambahan pasir limbah kuningin + pasir alam	Kuat tekan beton rata-rata (kg/cm^2)
I. 0% PLK dan 100% PA	310,0213
II. 10% PLK dan 90% PA	314,1780
III. 20% PLK dan 80% PA	320,7594
IV. 30% PLK dan 70% PA	310,2522
V. 40% PLK dan 60% PA	301,2460

(Sumber : Hasil Penelitian)

1. Menentukan Variabel

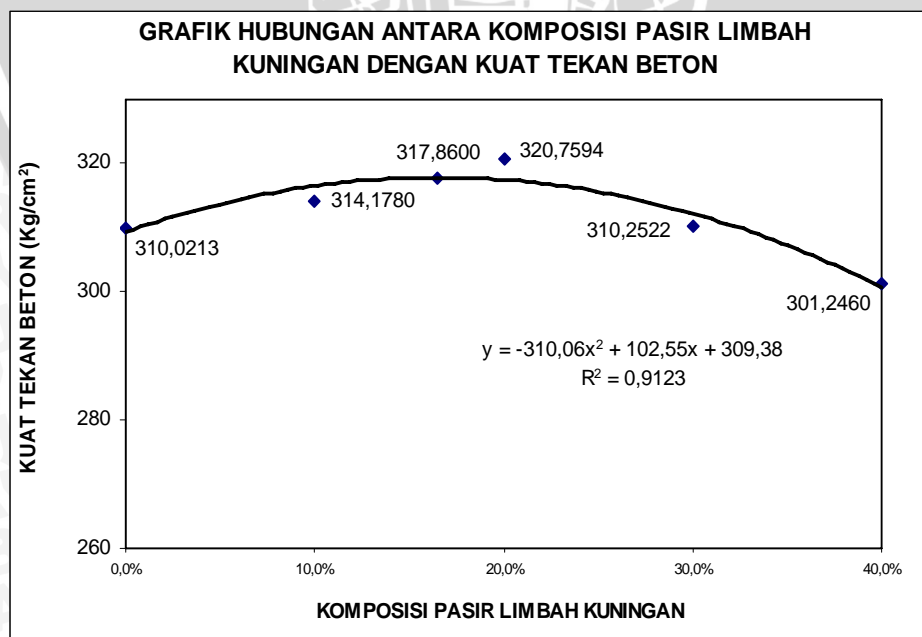
Variabel bebas (X) = Komposisi agregat halus pasir limbah kuningin

Variabel tak bebas (Y) = Nilai kuat tekan beton (kg/cm^2)

Tabel data (X) dan (Y) dari 25 sampel benda uji silinder

	Komposisi penambahan pasir limbah kuningin				
	0%	10%	20%	30%	40%
Kuat tekan rata-rata	310,0213	314,178	320,7594	310,2522	301,246

(Sumber : Hasil Penelitian)



(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 24.

2. Analisis Regresi

Persamaan polinomial (kwadrat)

$$b_0 = 309,38$$

$$b_1 = 102,57$$

$$b_2 = -310,1$$

$$R^2 = 0,8967$$

Sehingga persamaan kwadratnya $Y = -310,1 X^2 + 102,57 X + 309,38$

Uji Analisis Regresi

$H_0 : b = 0$, berarti X tidak berpengaruh terhadap Y.

$H_1 : b \neq 0$, berarti X berpengaruh terhadap Y.

Untuk mengetahui apakah persamaan model regresi yang telah dipilih sesuai atau tidak, maka perlu dilakukan uji kesesuaiannya yaitu dengan uji F.

NO	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	Y ²	X.Y	X ² .Y
1	0%	310,0213	0,00	0,000	0,0000	96113,2065	0,0000	0,0000
2	10%	314,1780	0,01	0,001	0,0001	98707,8157	31,4178	3,1418
3	20%	320,7594	0,04	0,008	0,0016	102886,5927	64,1519	12,8304
4	30%	310,2522	0,09	0,027	0,0081	96256,4276	93,0757	27,9227
5	40%	301,2460	0,16	0,064	0,0256	90749,1525	120,4984	48,1994
Σ	100%	1556,4569	0,30	0,10	0,0354	484713,1949	309,1437	92,0942

(Sumber : Hasil Penelitian)

$$\begin{aligned} JK_{\text{total}} &= \Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{n} \\ &= 484713,1949 - \frac{(1556,4569)^2}{5} \\ &= 201,5794 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK_{\text{regresi}} &= b_1 \cdot \left[\Sigma X \cdot Y - \frac{\Sigma X \cdot \Sigma Y}{n} \right] + b_2 \cdot \left[\Sigma X^2 \cdot Y - \frac{\Sigma X^2 \cdot \Sigma Y}{n} \right] \\ &= 102,57 \cdot \left[309,1437 - \frac{1 \cdot 1556,4569}{5} \right] + (-310,1) \cdot \left[92,0942 - \frac{0,3 \cdot 1556,4569}{5} \right] \\ &= -220,2827 + 401,0209 \\ &= 180,7381 \end{aligned}$$

Lampiran 25.

$$\begin{aligned} JK_{\text{galat}} &= JK_{\text{total}} - JK_{\text{regresi}} \\ &= 201,5794 - 180,7381 \\ &= 20,8413 \end{aligned}$$

$$k = 1$$

$$n = 5$$

$$JK_{\text{regresi}} = k$$

$$JK_{\text{galat}} = n - k - 1$$

$$\text{Total} = n - 1$$

Tabel daftar uji analisis regresi standar

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
JK _{regresi}	1	180,7381	180,7381	26,0163	10,13
JK _{galat}	3	20,8413	6,9471	-	-
Total	4	201,5794	-	-	-

(Sumber : Hasil Penelitian)

- Dari daftar distribusi F dengan db pembilang 1 dan db penyebut 3 dan peluang 0,95 ($\alpha = 0,05$) diperoleh $F_{\text{tabel}} = 10,13$. ternyata $F_{\text{hitung}} = 26,0163 > F_{\text{tabel}} = 10,13$.
- Berarti hipotesis model regresi kwadrat diterima, dan menolak model regresi linear. Dan jika dilihat dari nilai R^2 dapat dikatakan bahwa 89,67 % nilai Y dipengaruhi oleh nilai X.

$$Y = -310,1 X^2 + 102,57 X + 309,38$$

$$\frac{dy}{dx} = 0$$

$$\frac{-310,1X^2 + 102,57X + 309,38}{dx} = 0$$

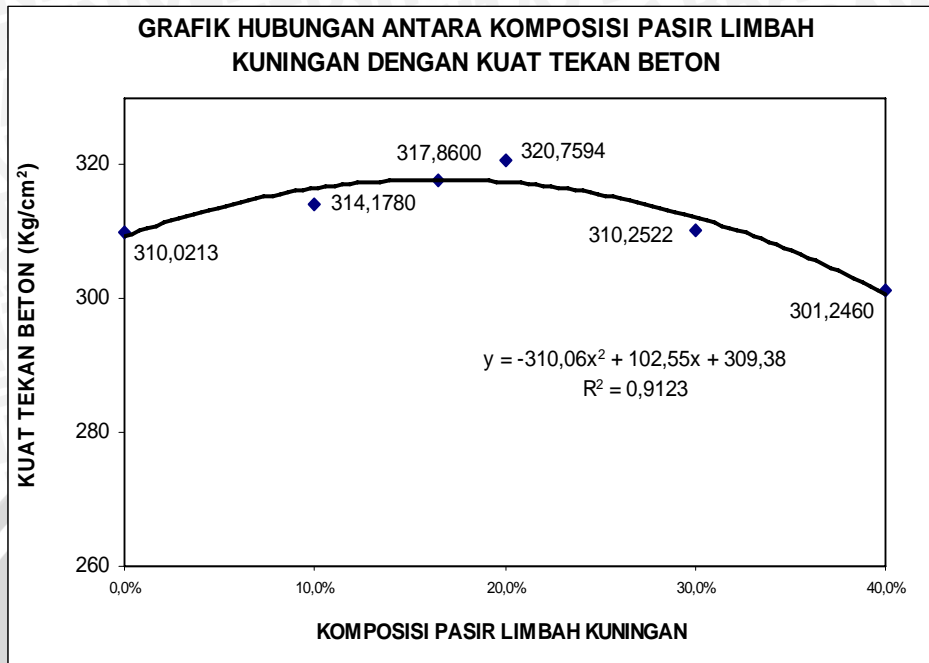
$$-320,2 X + 102,57 = 0$$

$$X = 0,1654 = 16,54\%$$

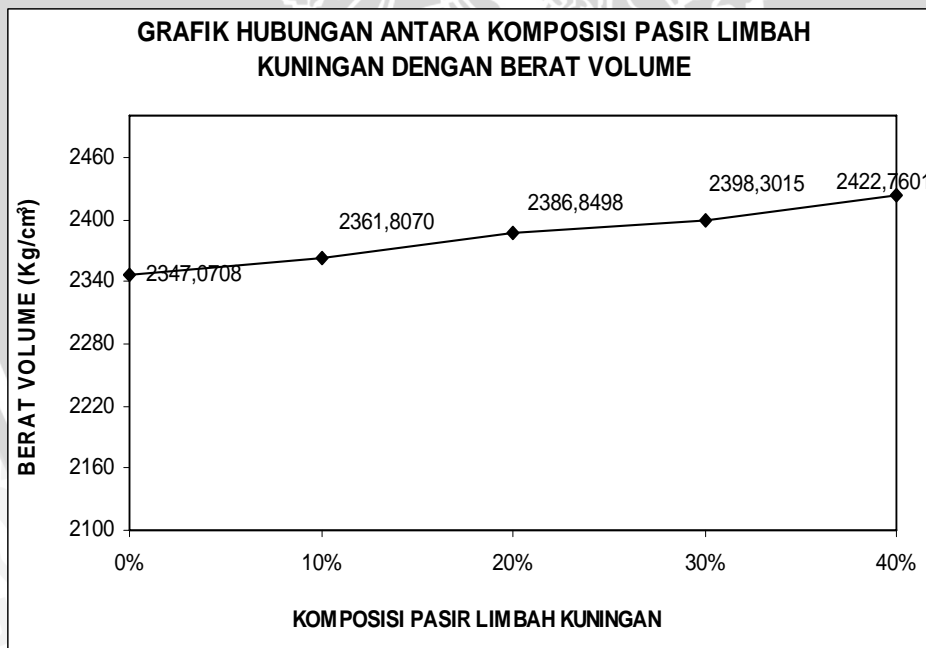
$$\begin{aligned} Y &= -310,2 \cdot (0,1654^2) + 102,57 \cdot (0,1654) + 309,38 \\ &= 317,86 \end{aligned}$$

Jadi nilai kuat tekan maksimum dengan uji analisis regresi didapat sebesar 317,86 kg/cm² pada variasi penambahan komposisi pasir limbah kuningin sebesar 16,54%.

Lampiran 26.

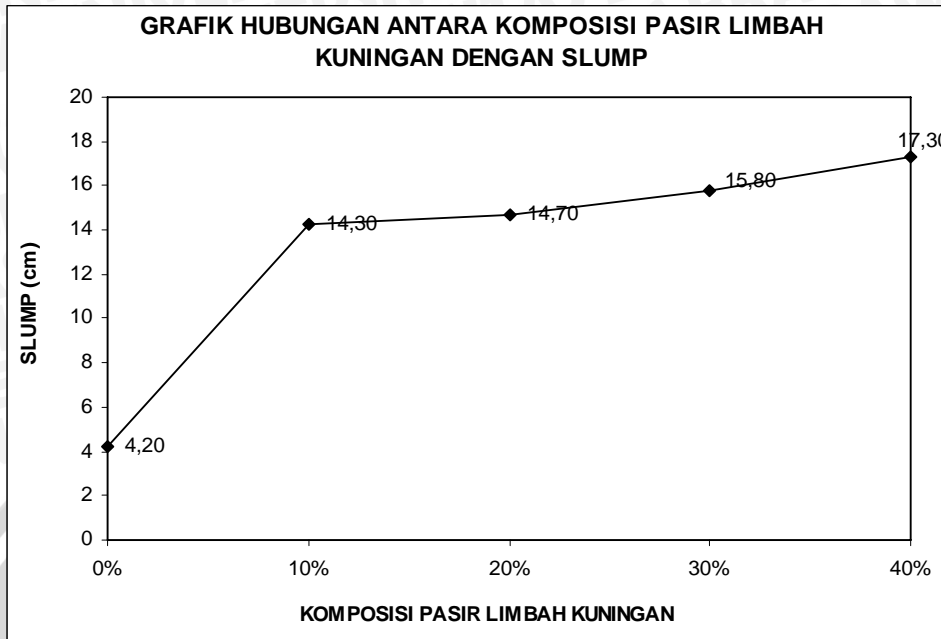


(Sumber : Hasil Penelitian)

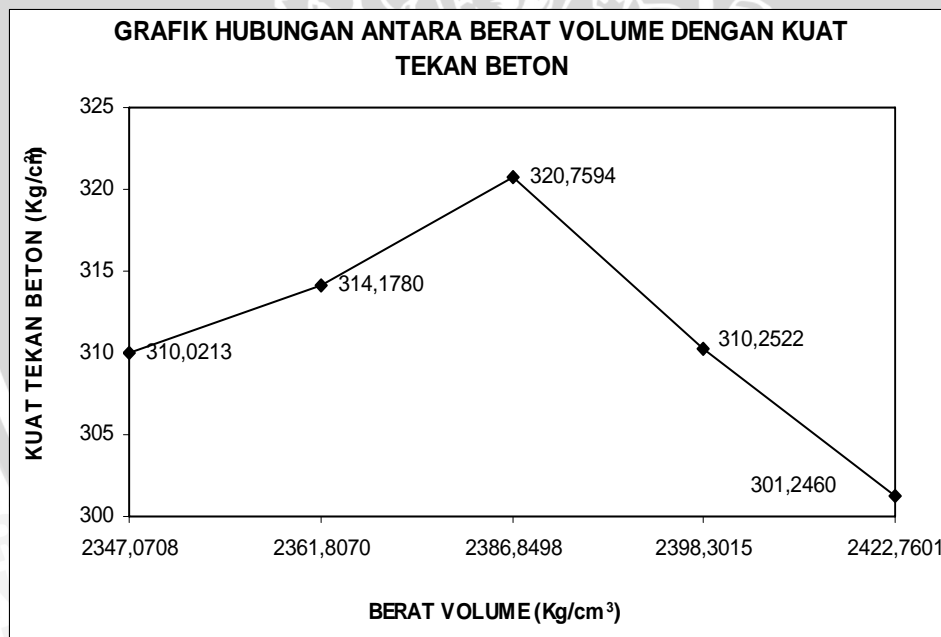


(Sumber : Hasil Penelitian)



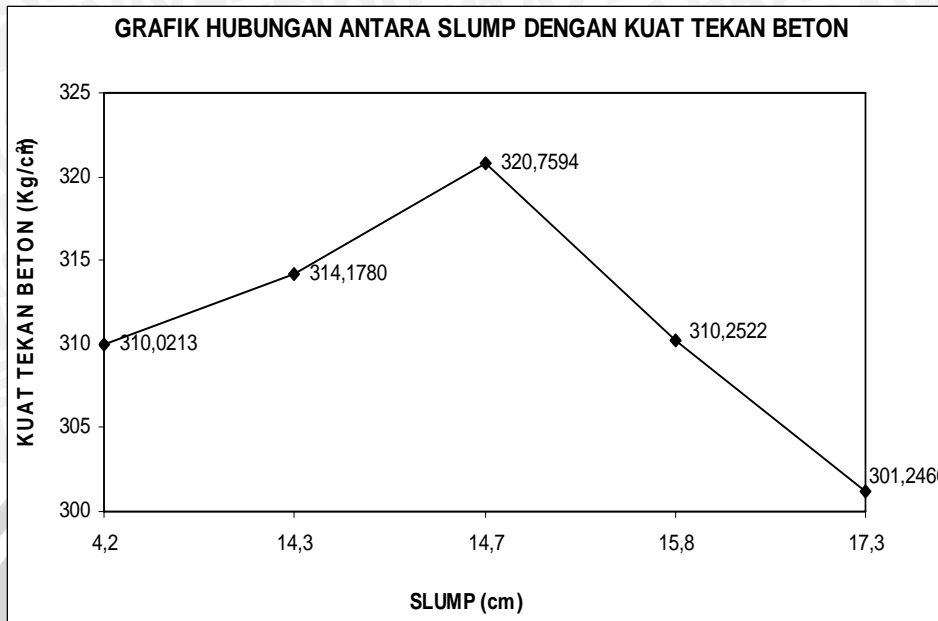


(Sumber : Hasil Penelitian)

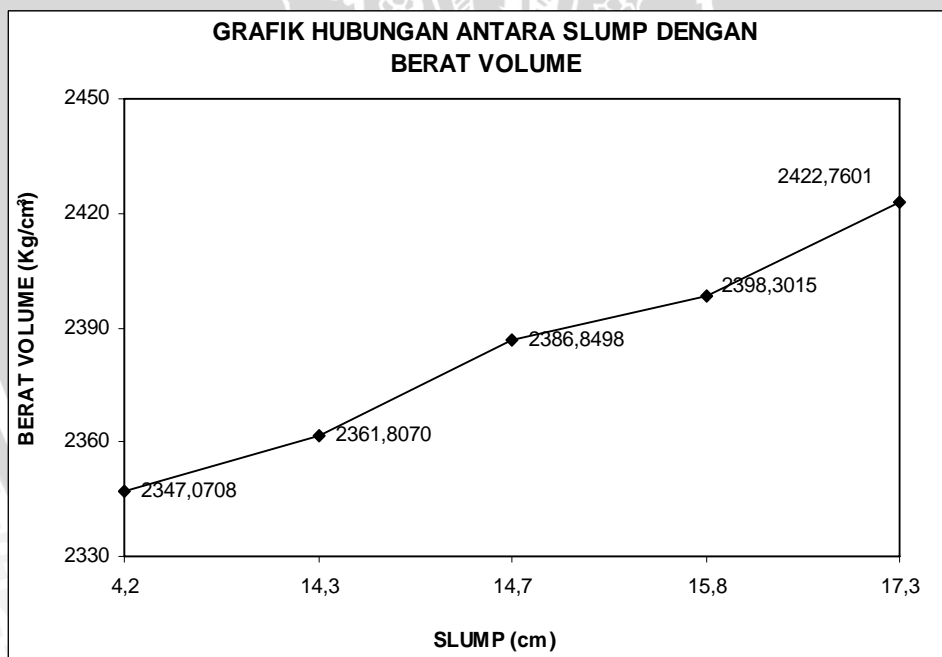


(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 28.

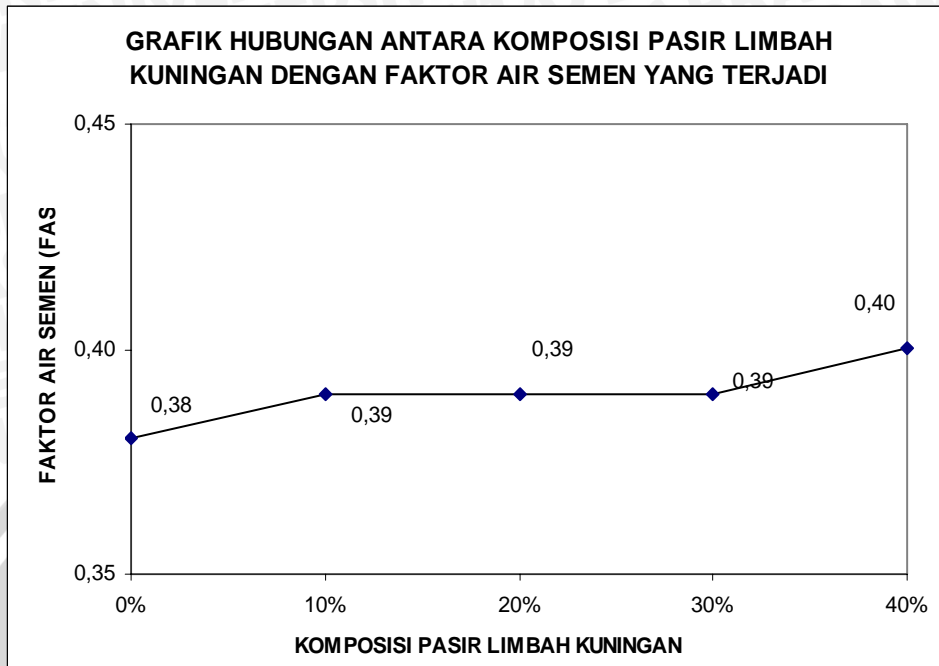


(Sumber : Hasil Penelitian)

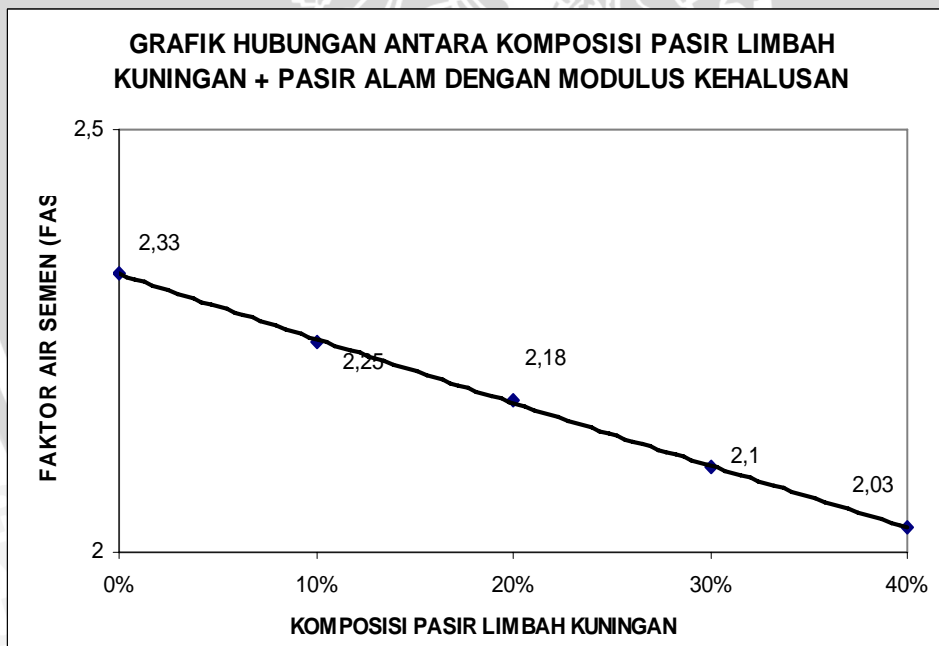


(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 29.



(Sumber : Hasil Penelitian)



(Sumber : Hasil Penelitian)

Lampiran 30.



Alat pengaduk beton (molen) dan proses penuangan beton



Pengujian slump

Lampiran 31.



Pemadatan dan pembuatan benda uji beton dalam cetakan selinder 15/30

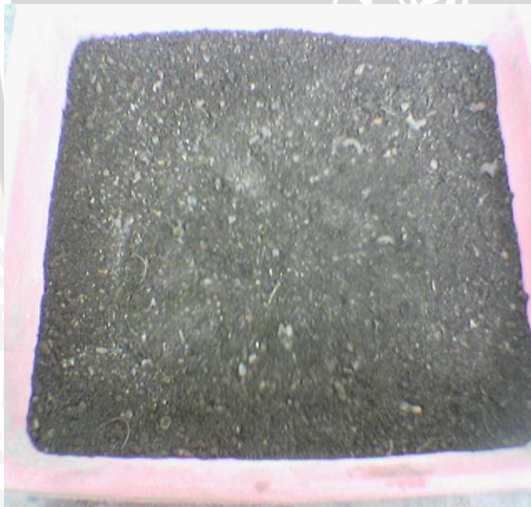


Timbangan Benda uji dan alat untuk uji Tekan Beton

Lampiran 32.



Benda uji selinder 15/30 untuk uji Tekan Beton dengan persentase penambahan pasir limbah kuningin yang berbeda



Bentuk fisik pasir limbah kuningin

RINGKASAN

BUDI ARIAWAN, 2007, **Pengaruh Penambahan Pasir Limbah Kuningan Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton**, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Dosen Pembimbing : Ir. Wisnumurti, MT. dan Ir. Ristinah S., MT.

Penelitian dan pengembangan teknologi bahan bangunan dilakukan untuk mencapai alternatif lain dari bahan bangunan, apalagi bahan bangunan tersebut merupakan bahan berupa pasir limbah kuningan yang cukup potensial sehingga bisa menjadi nilai tambah ekonomis.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh yang terjadi pada kuat tekan beton jika digunakan penambahan komposisi pasir limbah kuningan sebagai agregat halus pengganti sebagian pasir alam yang digunakan dalam campuran beton. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi pasir limbah kuningan dalam agregat halus dan variabel tak bebasnya adalah nilai kuat tekan beton.

Pasir yang digunakan sebagai agregat halus adalah pasir alam dari wilayah Malang dan pasir limbah kuningan yang dihasilkan dari industri rumah tangga kerajinan kuningan di daerah Juwana, Jawa Tengah. Dengan komposisi pasir limbah kuningan sebagai agregat halus menggunakan prosentase 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %. Sedang faktor air semen rencana adalah 0,45 dan faktor air semen yang terjadi (SSD) setelah dikoreksi masing-masing prosentase yaitu 0,38 ; 0,39 ; 0,39 ; 0,39 ; 0,40, dengan masing-masing perlakuan dibuat 5 buah benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, sehingga jumlah total benda uji seluruhnya adalah 25 buah.

Setelah diuji tekan, dengan penambahan komposisi pasir limbah kuningan pada campuran beton ternyata terjadi peningkatan dengan nilai kuat tekan maksimum sebesar 320,7594 kg/cm² dan nilai kuat tekan beton normalnya sebesar 310,0212 kg/cm². maka dengan demikian kekuatan beton meningkat sebesar 3,4637%, yaitu pada prosentase penambahan 20% pasir limbah kuningan. Sedang kekuatan maksimum dengan uji analisis regresi didapat sebesar 317,86 kg/cm² yaitu dengan penambahan pasir limbah kuningan sebesar 16,54 %.

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Sejalan dengan semakin pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dibidang konstruksi akan merangsang pertumbuhan industri yang semakin kompleks. Kemajuan ilmu pengetahuan telah membahas pada perkembangan teknologi misalnya sebagai material pelapis terhadap energi tinggi sinar x, sinar γ dan neutron atau juga sebagai beton berat yang kegunaannya untuk melapisi pipa baja untuk saluran gas dibawah laut, dimana lapisan beton akan berfungsi sebagai lapisan pemberat pipa untuk mengatasi gaya geser, gaya inersia dan gaya seret yang terjadi akibat pergerakan air di dasar laut (Saptahari Sugiri, 2005).

Dengan maraknya pembangunan dalam aspek lingkungan harus diperhatikan, maka agregat yang berasal dari sumber daya alam sebaiknya dibatasi, bila memungkinkan diganti dengan agregat produk limbah yang merupakan hasil buangan dari produk industri. Perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang teknologi beton memungkinkan penggunaan limbah menjadi dasar pembentuk beton, sehingga disatu sisi limbah dapat dimanfaatkan.

Sedangkan dibeberapa daerah terdapat suatu bahan limbah padat yang belum dicoba untuk dimanfaatkan. Limbah padat tersebut merupakan material granular yang cukup potensial untuk digunakan sebagai agregat halus pada campuran beton. Material granular ini berupa pasir limbah kuningan yang dihasilkan dari peleburan tungku tanur tinggi pada industri rumah tangga kerajinan kuningan di daerah Juwana, Jawa Tengah.

Mencermati hal tersebut perlu dilakukan suatu penelitian tentang pasir limbah kuningan agar dapat digunakan kembali untuk berbagai aplikasi dalam bidang Teknik Sipil. Penggunaan pasir limbah kuningan sebagai bahan agregat untuk beton perlu dikembangkan, sehingga diharapkan agar nantinya pasir limbah kuningan memiliki nilai tambah ekonomis.

Dalam penelitian ini pasir limbah kuningan menggantikan sebagian pasir alam dengan komposisi tertentu sebagai agregat halus pada campuran beton. Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggunaan pasir limbah kuningan tersebut terhadap uji mekanis dalam hal ini yang digunakan yaitu uji tekan beton.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti sebagai berikut :

" Bagaimana perubahan yang terjadi pada kuat tekan beton dengan adanya pengaruh penambahan komposisi pasir limbah kuningin sebagai agregat halus dibandingkan dengan kuat tekan beton normal ? "

1.3. Pembatasan Masalah

Dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini dilakukan pembatasan-pembatasan masalah sebagai berikut :

- a. Pengujian yang dilakukan adalah uji mekanis silinder beton yaitu kuat tekan beton yang diukur pada umur 28 hari dan tidak dilakukan perawatan secara khusus. Kuat tekan merupakan sifat dari suatu bahan untuk menahan kehancuran akibat pengaruh tekanan dari beban luar.
- b. Pasir limbah kuningin yang dipakai adalah pasir limbah kuningin hasil limbah dari industri rumah tangga kerajinan kuningin di daerah Juwana, Jawa Tengah.
- c. Tidak membahas reaksi kimia yang terjadi dan analisis ekonomi.
- d. Semen yang digunakan adalah semen Gresik Jenis I, dengan pertimbangan mudah didapat di pasaran dan tidak memerlukan persyaratan khusus. Untuk semen tidak dilakukan penelitian khusus.
- e. Pencampuran pasir limbah kuningin dan pasir alam diambil secara acak pada semua komposisi dalam satu gradasi yaitu zona 3 dan mix desain dengan coba-coba.
- f. Pasir alam (agregat halus), batu pecah/krikil (agregat kasar), dan air PDAM dari laboratorium bahan konstruksi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Brawijaya Malang.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dilaksanakan adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan komposisi agregat halus pasir limbah kuningin terhadap kuat tekan beton.

1.5. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi gambaran secara autentik seberapa besar pengaruh penambahan komposisi agregat halus pasir limbah kuningin terhadap nilai kuat tekan beton.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton adalah campuran dari agregat halus dan kasar dengan semen yang dipersatukan oleh air dengan perbandingan tertentu.

Berdasarkan berat volume agregat dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu :

- Agregat Ringan mempunyai berat volume : 640,80 s/d 1121,40 kg/m³.
- Agregat Normal mempunyai berat volume : 1121,40 s/d 1762,20 kg/m³.
- Agregat Berat mempunyai berat volume : > 2162,70 kg/m³.

(Edwards G. Nawy, 1998 : 18)

Berdasarkan berat volume beton dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu :

- Beton Ringan mempunyai berat volume : 1441,8 s/d 1762,2 kg/m³.
- Beton Normal mempunyai berat volume : 2082,6 s/d 2563,2 kg/m³.
- Beton Berat mempunyai berat volume : 2883,6 s/d 6087,6 kg/m³.

(Edwards G. Nawy, 1998 : 18)

Menurut ACI 116.R-90 pengertian beton berat adalah beton dengan kerapatan substansial lebih tinggi dibandingkan dengan yang dibuat dari agregat beton normal. Beton berat dapat diperoleh dengan menggunakan agregat alam/buatan yang mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 seperti biji besi, butiran baja, barrit, dan serpihan baja ataupun serpihan besi (Neville, 1981 : 640).

Beton berat umumnya digunakan sebagai material pelapis terhadap energi tinggi sinar x, sinar γ dan Neutron dikarenakan kombinasi penyerapan radiasi dengan karakteristik mekanis baik durabilitas dan sifat ekonomis dalam penggunaan struktural (Neville, 1981 : 640) juga menyatakan bahwa penggunaan beton dengan kerapatan tinggi menjadi penting dimana ketebalan dan pelapis dibatasi oleh ruang yang tersedia atau juga sebagai beton berat yang kegunaannya untuk melapisi pipa baja untuk saluran gas dibawah laut, dimana lapisan beton akan berfungsi sebagai lapisan pemberat pipa untuk mengatasi gaya geser, gaya inersia dan gaya seret yang terjadi akibat pergerakan air di dasar laut (Saptahari Sugiri, 2005). Dalam penelitian material, pembuatan perbandingan campuran dan pengerjaan beton berat, data yang diperlukan dan prosedur yang digunakan adalah sama dengan yang diperlukan beton normal (ACI 211.1-91).

Agar beton yang dibuat sesuai dengan keinginan perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Karakteristik bahan-bahan penyusun beton yang dipilih :
 - a) Semen : jenis, kualitas, dan kecepatan pengerasan.
 - b) Agregat (halus dan kasar) : gradasi, kadar air, berat jenis, penyerapan, berat volume dan kekerasan.
 - c) Air : kuantitas dan kualitas dari air.
- 2) Rencana proporsi campuran beton :
 - a) Metode
 - b) Takaran berat
 - c) Takaran volume
- 3) Pelaksanaan pekerjaan beton :
 - a) Pengadukan
 - b) Pengangkutan
 - c) Pengecoran
 - d) Pemadatan
 - e) Pemeliharaan

2.2. Kinerja Beton

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur, selain dari kemudahan mendapatkan material penyusun beton dan kekuatan tekan yang tinggi serta kemudahan pengerjaannya. Kelangsungan proses pengadaan beton pada proses produksinya juga menjadi salah satu hal yang dipertimbangkan.

Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan katagori bangunan yang dibuat ASTM yang terdiri dari tiga kategori bangunan yaitu: rumah tinggal, perumahan, dan struktur yang menggunakan beton mutu tinggi.

Menurut SNI T.15-1990-03 beton yang digunakan pada rumah tinggal atau untuk penggunaan beton dengan kekuatan tekan tidak melebihi 10 Mpa boleh digunakan campuran 1 semen: 2 pasir: 3 batu pecah dengan *slump* untuk mengukur kemudahan pengerjaan tidak lebih dari 100 mm. Pengerjaan beton dengan kekuatan tekan hingga 20 Mpa boleh menggunakan penakaran volume, tetapi pengerjaan beton dengan kekuatan tekan lebih besar dari 20 Mpa harus menggunakan penakaran berat.

Tiga kinerja yang dibutuhkan dalam pembuatan beton adalah :

1. Memenuhi kriteria konstruksi yaitu dapat dengan mudah dikerjakan dan dibentuk serta memiliki nilai ekonomis.
2. Kuat tekan.
3. Durabilitas atau keawetan.

Secara praktis, penilaian mengenai penggunaan bahan untuk menghasilkan kinerja tertentu akan bergantung pada tujuan beton tersebut dibuat.

2.3. Bahan Penyusun Beton

2.3.1. Semen

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dicampur dengan gips sebagai bahan tambahan (Triono Budi Astanto, 2001).

Fungsi semen sebagai pengikat butir-butir agregat menjadi satu dan padat seperti batu, semen bila dicampur dengan air membentuk adukan pasta, dan bila dicampur dengan pasir dan air menjadi mortar semen. Semen tersusun oleh organik kimia seperti yang terlihat pada tabel.

Tabel 2.1. Susunan bahan pembentuk semen

Oksida	%
Kapur, CaO	60 – 65
Silika, SiO ₂	17 – 25
Alumina, Al ₂ O ₃	3 – 8
Besi, Fe ₂ O ₃	0,5 – 6
Magnesia, MgO	0,5 – 4
Sulfur, SO ₃	1 – 2
Soda/potash, Na ₂ O + K ₂ O	0,5 – 1

(Sumber : Triono Budi Astanto, 2001)

Semen *portland* di Indonesia menurut SII 0013-81 dibagi menjadi lima jenis antara lain :

- Jenis I : Semen *portland* untuk penggunaannya umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
- Jenis II : Semen *portland* yang penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

- Jenis III : Semen *portland* yang penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengerasan terjadi.
- Jenis IV : Semen *portland* yang penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- Jenis V : Semen *portland* yang penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

(Sumber : Triono Budi Astanto, 2001)

2.3.2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang mengisi hampir 78% dari volume beton (Triono Budi Astanto, 2001). Agregat merupakan material granular misalnya pasir, batu pecah dan lain sebagainya yang dipakai bersama-sama dengan suatu media untuk membentuk suatu beton.

Agregat yang baik harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, rapat dan agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat yang berukuran besar (Day, 1993 : 3). Penggunaan agregat perlu diperhatikan dalam adukan beton, dikarenakan perbedaan berat jenis yang besar, cenderung menyebabkan agregat yang lebih berat mengendap dan agregat yang ringan mengambang, sehingga kemungkinan terjadinya segregasi menjadi lebih besar. Hal ini menyebabkan beton menjadi keropos (ACI 211.1-91). Hal yang tidak menguntungkan ini dapat diatasi dengan cara kontrol proporsi bahan, pengerjaan beton dengan hati-hati atau dengan penggunaan bahan tambahan.

Agregat dapat diklasifikasikan berdasarkan berat jenis (Gambhir, 1986) :

- a. Agregat ringan mempunyai berat jenis kurang dari 2,0, misalnya abu terbang, *volcanic cinder*, dan organik.
- b. Agregat normal mempunyai berat jenis antara 2,5 s/d 2,7 misalnya granit, basalt, dan kuarsa.
- c. Agregat berat mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 misalnya megnetit, barit, dan kerak baja (*steel slag*).

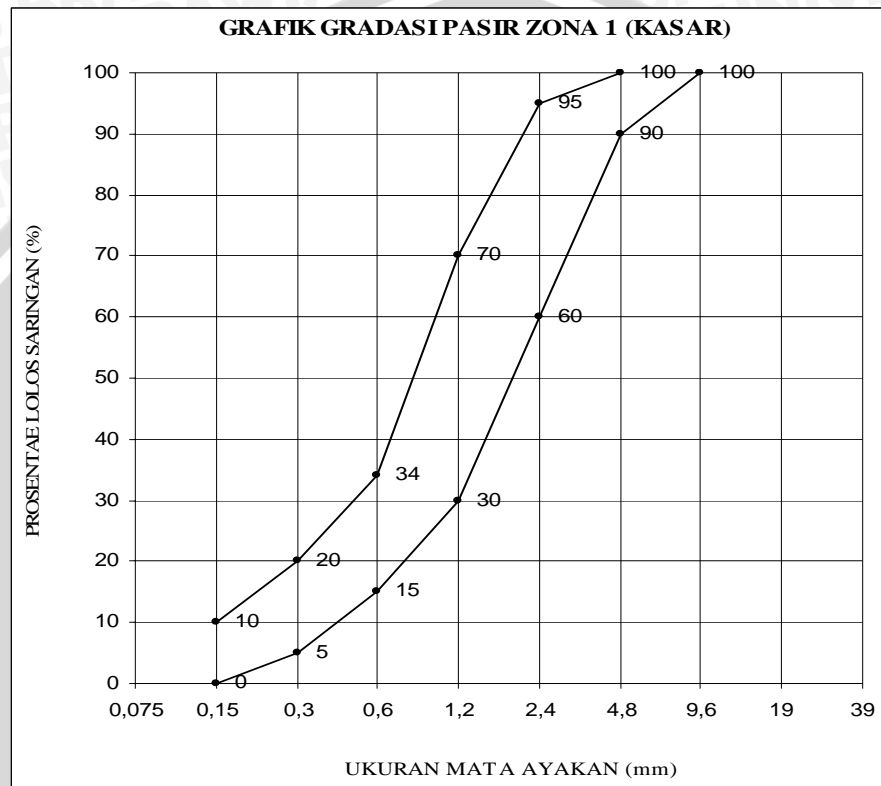
2.3.2.1. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang ukuran butiran tertahan ayakan No.200 dan lolos ayakan dengan lubang 4,75 mm (Candra R., 2001).

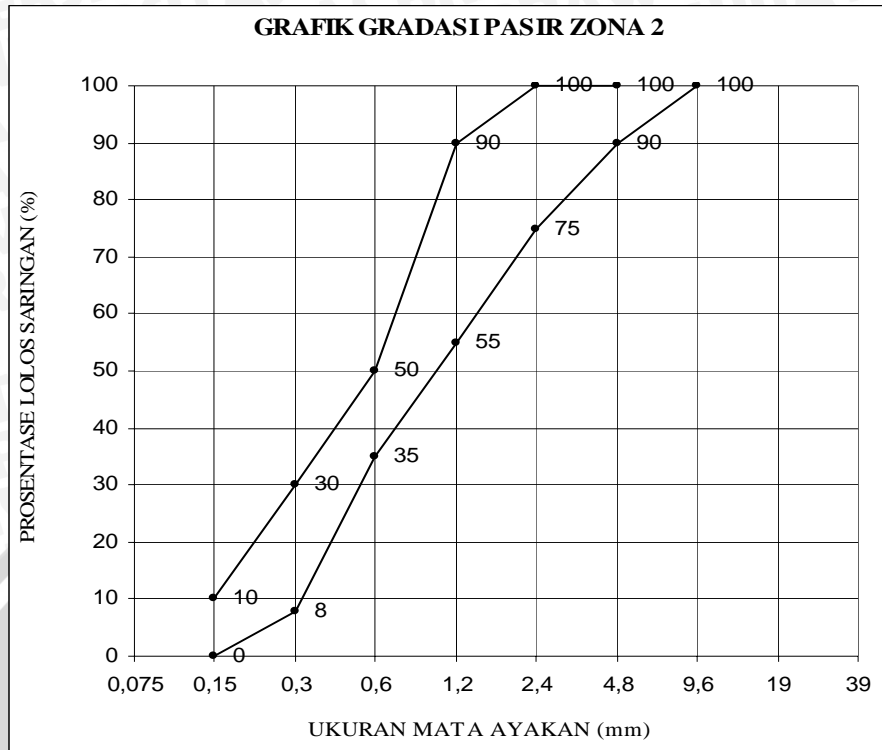
Agregat halus yang digunakan berupa pasir alam sebagai bahan campuran beton

tidak boleh mengandung organik lebih dari 5%, apabila kandungannya melebihi dari yang disyaratkan maka material tersebut harus dicuci dan agregat halus juga diharapkan tidak mengandung bahan organik yang dapat merusak beton.

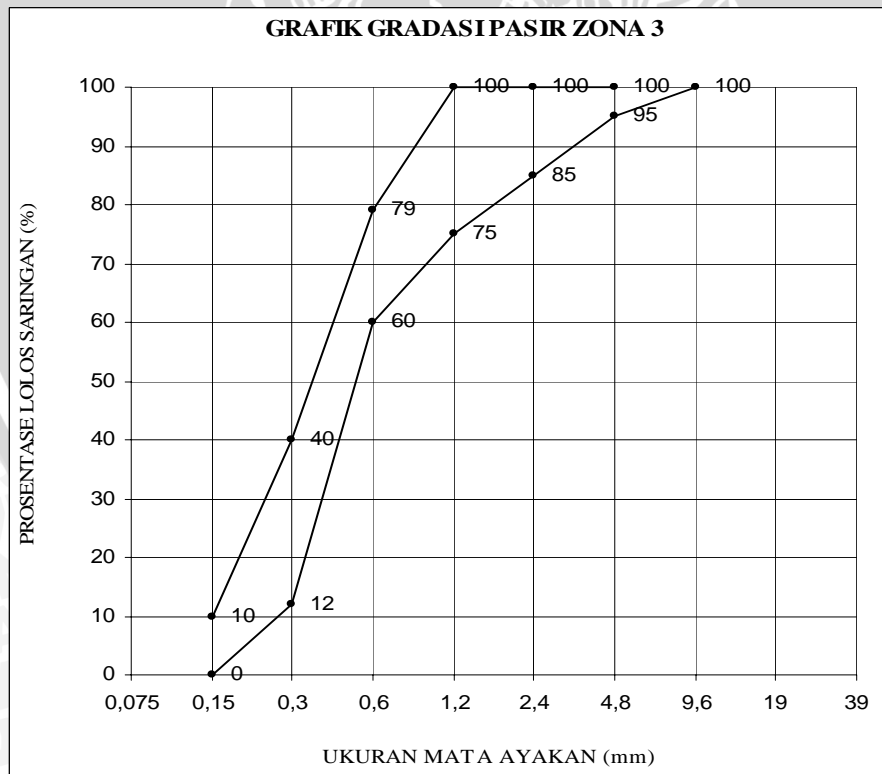
Menurut *British Standard* (BS) yang juga dipakai di Indonesia saat ini, kekasaran pasir dapat dibagi menjadi empat kelompok gradasi (zona) seperti yang diperlihatkan dibawah ini :



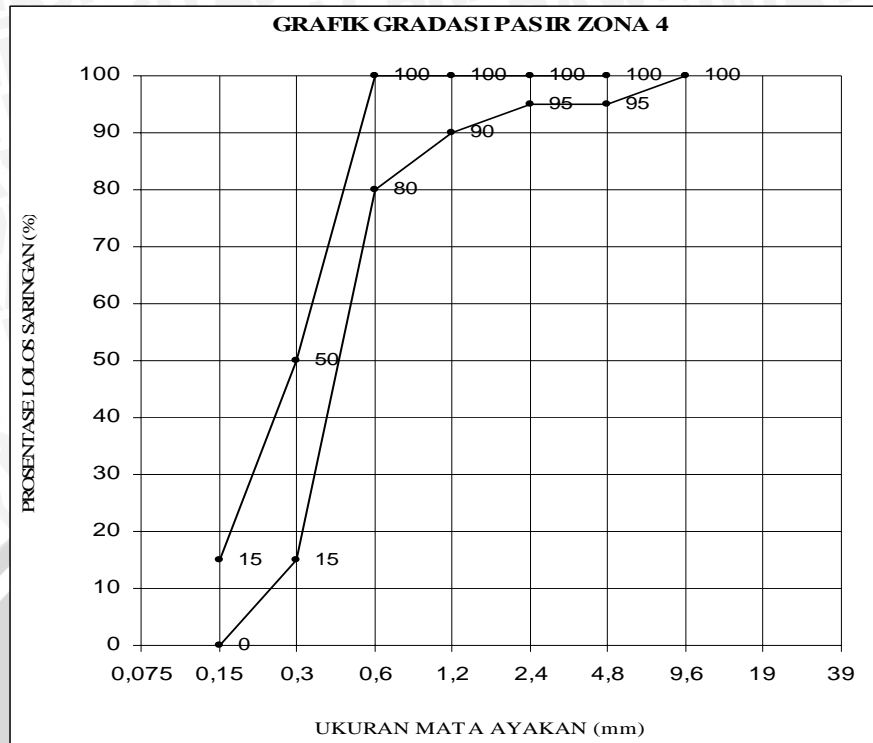
Gambar 2.1. Grafik pasir zona 1
(Sumber : W. Samekto, 2001)



Gambar 2.2. Grafik pasir zona 2
(Sumber : W. Samekto, 2001)



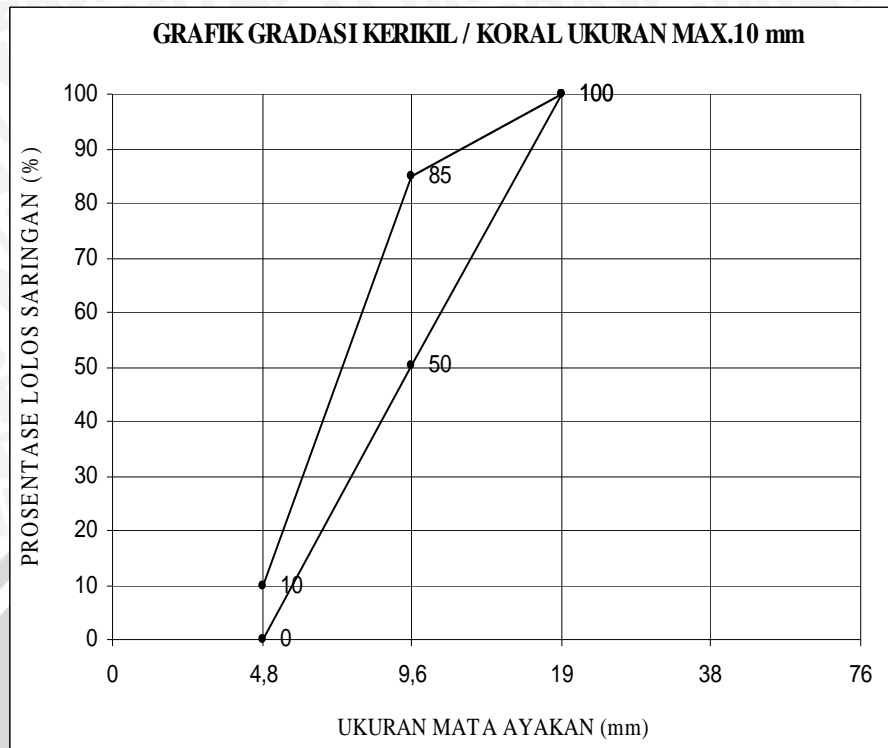
Gambar 2.3. Grafik pasir zona 3
(Sumber : W. Samekto, 2001)



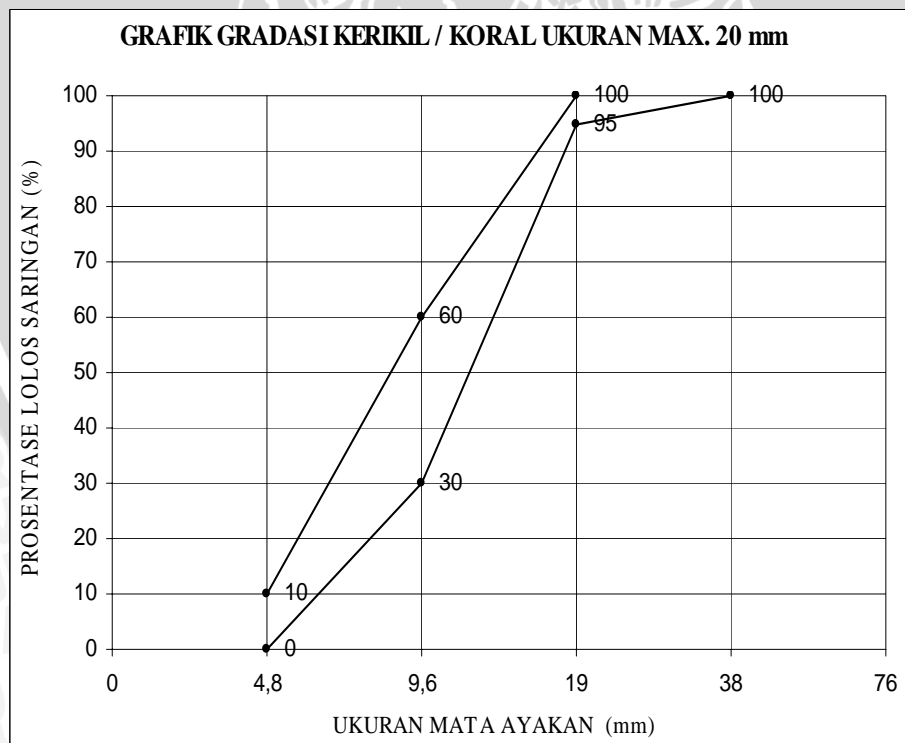
Gambar 2.4. Grafik pasir zona 4
(Sumber : W. Samekto, 2001)

2.3.2.2. Agregat Kasar

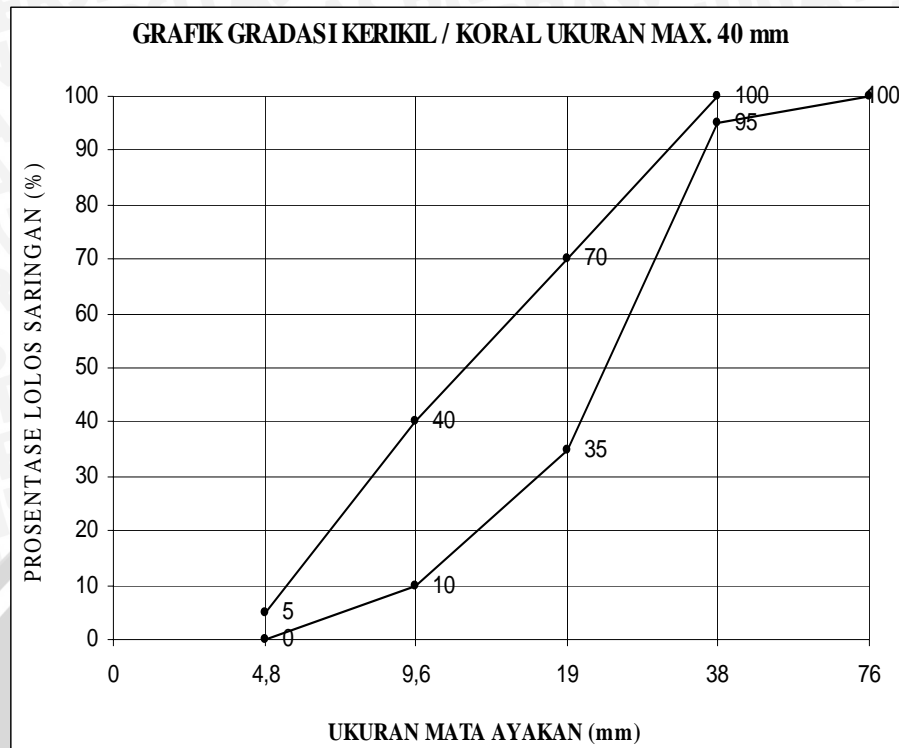
Agregat kasar adalah agregat dengan butiran yang tertinggal diatas ayakan dengan lubang ayakan 4,75 mm dan lolos ayakan 40 mm (Candra R, 2001). Susunan butiran agregat kasar harus masuk dalam batas gradasi butiran yang ditentukan oleh *British Standard (BS)* yang dipakai di Indonesia saat ini, sehingga dengan pengelompokan kekasaran butiran kasar dapat menentukan grafik gradasi gabungan antara pasir dan kerikil sesuai yang di tentukan, grafik gradasi agregat kasar dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 2.5. Grafik gradasi kerikil/koral ukuran mak.10 mm (Sumber : Triono Budi Astanto, 2001)



Gambar 2.6. Grafik gradasi kerikil/koral ukuran mak.20 mm (Sumber : Triono Budi Astanto, 2001)



Gambar 2.7. Grafik gradasi kerikil/koral ukuran mak.40 mm
(Sumber : Triono Budi Astanto, 2001)

2.3.3. Air

Ada beberapa persyaratan air sebagai pencampur kontruksi beton antara lain :

1. Tidak mengandung klorida lebih dari 0,5 gram/liter.
2. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.
3. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter.
4. Tidak mengandung zat organik, asam dan garam-garam yang dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter.

Air yang digunakan dalam campuran beton biasanya sesuai dengan yang dipakai untuk air minum, untuk menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% biasanya digunakan air suling (Triono Budi A, 2001).

Air digunakan untuk menjadikan semen bereaksi dan dijadikan pelumas antara butiran-butiran agregat sehingga mudah dipadatkan dan dikerjakan, biasanya jumlah air yang digunakan dalam campuran beton berkisar 25% dari berat semen, air ini hanya untuk mereaksikan semen, kelebihan penggunaan air dapat mengurangi kekuatan dari beton itu sendiri.

Air yang mengandung kotoran akan memperlambat waktu ikat awal adukan beton dan mengakibatkan lemahnya kekuatan beton setelah mengeras dan daya tahannya

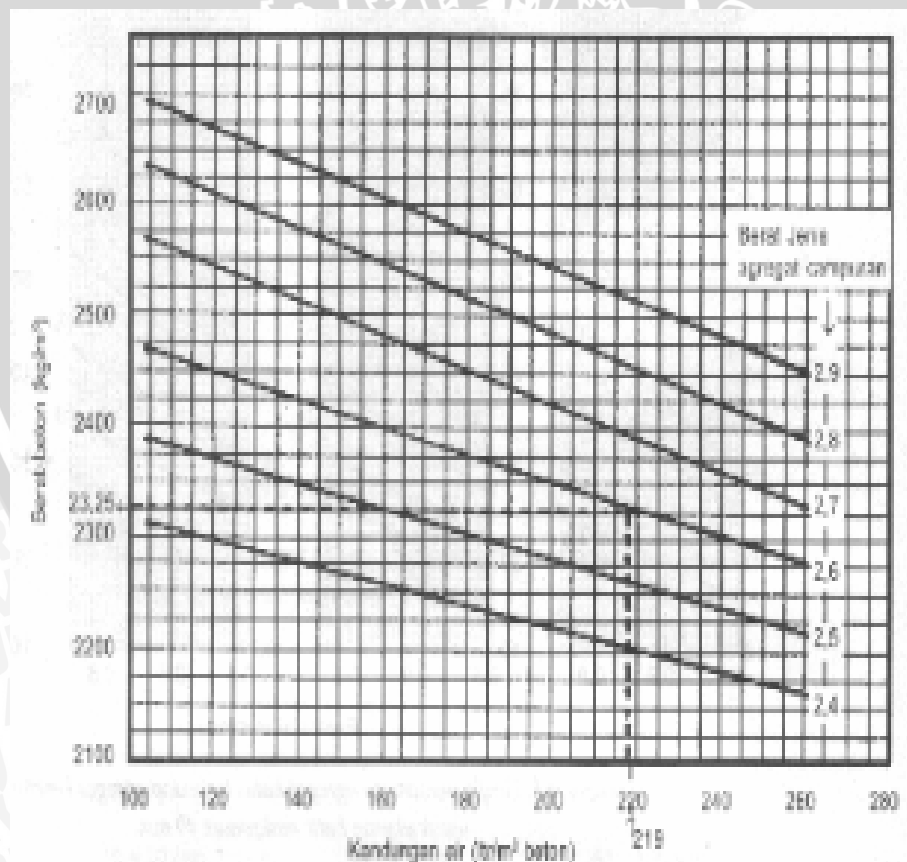
menurun, air laut tidak boleh digunakan untuk beton karena air laut mengandung garam 3,5% dan dapat menyebabkan korosi dan kekuatannya menurun, dan juga air buangan industri yang mengandung alkali dan bahan organik yang merusak sifat dari beton.

Tabel 2.2. Perkiraan kebutuhan air (liter) berdasarkan nilai *slump* (mm) dan ukuran maksimum agregat (mm)

<i>slump</i> (mm)	Ukuran maksimum agregat (mm)		
	10	20	40
25-50	206	182	162
75-100	226	203	177
150-175	240	212	188
Udara terperangkap	3%	2%	1%

(Sumber : Triono Budi Astanto, 2001)

Dalam menentukan berat beton dan jumlah kandungan air bebas dalam beton berdasarkan kekuatan rencana dan data berat jenis campuran dapat ditentukan dengan grafik berikut.



Gambar 2.8. Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton
(Sumber : Triono Budi Astanto, 2001)

2.4. Pasir Limbah Kuningan

2.4.1. Definisi Pasir Limbah Kuningan

Pengertian pasir limbah kuningan adalah butiran yang tersisa ketika logam kuningan yang diproduksi selama pemisahan logam kuningan dari kotoran yang terlepas dari hasil peleburan tungku tanur tinggi.

Pasir limbah kuningan adalah material yang terdiri dari pasir, partikel kuningan dan logam besi. Kuningan mengandung unsur utama tembaga (Cu) dan seng (Zn). Sedangkan besi merupakan logam yang biasa digunakan diantara semua logam, yaitu mengandung 95% dari semua logam yang dihasilkan. Karena harganya murah dan kekuatannya yang tinggi menjadikan besi banyak digunakan (<http://id.Wikipedia.org/Wiki/Seng>).

2.4.2. Sifat Material Pasir Limbah Kuningan

Kuningan merupakan paduan antara 70% tembaga (Cu) dan 30% seng (Zn) (Lawrence H. Van Vlack, 1992). Kuningan juga mengandung sejumlah logam lain seperti timah putih, timah hitam, alumunium, mangan dan besi. Warna kuningan mengandung 20 persen Zn berwarna merah, 20 sampai 40 persen Zn berwarna kuning, dan juga mengandung 42 persen Zn berwarna kuning emas (Amanto, Hari dan Daryanto, 1999).

Penurunan kekuatan struktur beton bertulang, khususnya struktur yang terendam disebabkan oleh korosi pada baja tulangnya (M. Iqbal, laode, 1999). Berdasarkan unsur-unsurnya, tembaga (Cu) dan seng (Zn) digunakan untuk memperbaiki ketahanan korosi besi atau baja sebagai bahan pelapis yang disebabkan oleh atmosfer dan mempunyai kuat tekan tinggi (<http://id.Wikipedia.org/Wiki/Seng>).

Tabel 2.3. Tipikal sifat fisik pasir limbah kuningan

Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	5,62
Berat isi agregat halus (gram/cc)	2,53
Penyerapan (%)	0,54

(Sumber : Hasil penelitan di laboratorium bahan konstruksi Teknik Sipil Universitas Brawijaya)

Tabel 2.4. Sifat fisik logam kuningan

Sifat fisik (20 °C)	Nilai
Massa jenis (gram/cm ³)	8,5
Pemuaian (°C ⁻¹)	20 . 10 ⁻⁶

(Sumber : Lawrence H. Van Vlack, 1992)

Tabel 2.5. Sifat mekanik logam kuningan

Sifat mekanik (20 °C)	Nilai
Kuat tarik (Mpa)	460
Perpanjangan (mm)	5
Modulus elastisitas (Mpa)	110.000

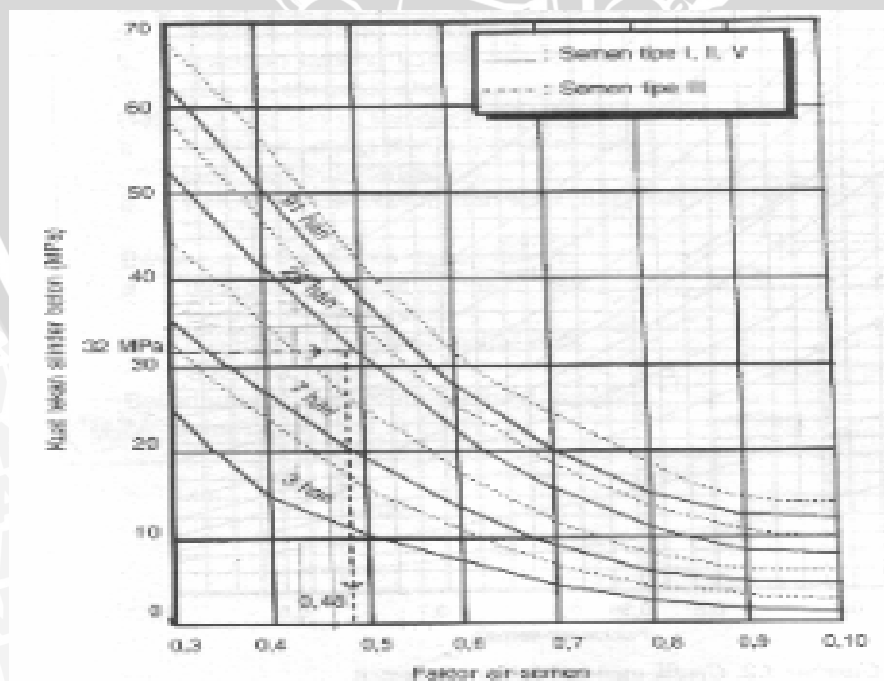
(Sumber : Lawrence H. Van Vlack, 1992).

2.5. Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air terhadap berat semen dalam campuran beton, jumlah air tidak termasuk yang terserap dalam agregat. Air yang digunakan dalam adukan beton sebaiknya menggunakan air bersih yang dapat diminum.

Hubungan antara faktor air semen dengan kuat tekan beton pertama kali dipelajari oleh Duff Abrams (1919) yang menyatakan “pada bahan-bahan beton dan keadaan pengujian tertentu, jumlah air campuran yang dipakai menentukan mutu beton, selama campuran cukup plastis dan dapat dikerjakan”.

Hukum ini menunjukkan bahwa beton yang dipadatkan sempurna dengan agregat yang baik dan pada kadar semen tertentu akan menghasilkan kekuatan beton yang sempurna, hubungan antara faktor air semen dengan kuat desak beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan oleh Duff Abrams (1919) :



Gambar 2.9. Grafik hubungan faktor air semen dengan kuat tekan rata-rata beton selinder
(Sumber : Triono Budi A 2001)

Pada penggunaan konstruksi-konstruksi tertentu maka nilai faktor air semen maksimum yang diperbolehkan dan jumlah semen minimum sudah ditentukan dalam PBI 1971, seperti ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 2.6. Hubungan faktor air semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton umur 28 hari

fas	Perkiraan kuat tekan rata-rata (MPa)
0,35	42,0
0,44	35,0
0,53	28,0
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14,0

(Sumber : Triono Budi A, 2001)

Tabel 2.7. Nilai slump (cm)

Pemakaian beton	Maksimal	Minimal
Dinding, plat pondasi, dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

(Sumber : Candra R, 2001)

Tabel 2.8. Faktor air semen maksimum

Jenis kontruksi	Jumlah semen min. /m ³ (kg)	Nilai. fas mak.
Beton dalam ruang bangunan		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar bangunan	325	0,60

a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari	325	0,55
Beton yang masuk ke dalam tanah		
a. Mengalami basah dan kering berganti-ganti	375	0,52
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	275	0,57
	375	0,52
Beton yang kontinu berhubungan dengan air		
a. Air tawar		
b. Air laut		

(Sumber : Candra R, 2001)

2.6. Rasio Agregat Semen

Rasio agregat semen (A/C) adalah perbandingan antara berat agregat total terhadap semen yang digunakan dalam suatu campuran, perubahan A/C pada suatu campuran hanya akan merubah berat semen yang digunakan.

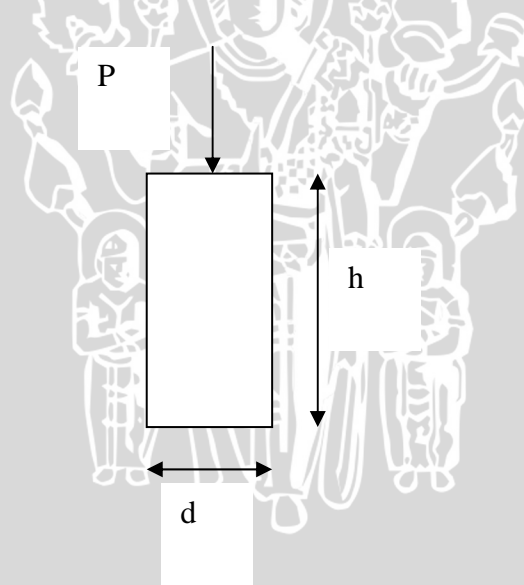
Semakin besar A/C berarti jumlah semen yang digunakan sedikit sedangkan jumlah agregat akan semakin besar, pada beton dengan jumlah semen yang sedikit maka penggunaan air juga sedikit, sehingga adukan beton sangat sukar untuk dipadatkan hal ini mengakibatkan kuat tekan beton yang rendah, perbandingan agregat halus dan kasar yang digunakan dapat divariasikan berdasarkan perbandingan berat atau volume.

2.7. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar/halus, air dan bahan tambah lainnya, perbandingan dari air terhadap semen merupakan faktor utama dalam penentuan kekuatan beton, semakin rendah perbandingan A/C semakin tinggi kekuatan tekan dan jika air yang digunakan dalam campuran beton terlalu banyak dari satu sisi memudahkan dalam pengerjaan tetapi akan menurunkan kekuatan beton (Wang, Chu-Kia dan Salmom, Charles G, 1994).

Selain faktor diatas ada beberapa faktor lain yang berpengaruh terhadap hasil akhir pada beton tersebut (Murdock, 1986) :

- Jenis semen dan kualitasnya, ini mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kekuatan batas.
- Jenis dan tekstur agregat, kenyataan menunjukkan dengan penggunaan agregat batu pecah akan menghasilkan beton dengan kuat desak maupun kuat tarik yang tinggi dibandingkan dengan kerikil halus dari sungai.
- Efisiensi dari perawatan, kehilangan kekuatan sebesar 40% dapat terjadi bila pengeringan dilakukan sebelum waktunya, perawatan adalah hal yang sangat penting dalam pelaksanaan dilapangan maupun pembuatan benda uji di laboratorium.
- Suhu, pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu.
- Umur, pada keadaan yang normal kekuatan beton bertambah sejalan dengan umurnya, kecepatan pertambahan kekuatan tergantung pada jenis semen.
- Pemadatan : gelembung udara yang terperangkap akibat pemadatan yang kurang baik akan mempegaruhi kekuatan itu sendiri.



Gambar 2.10. Sketsa pengujian kuat tekan hancur beton

Dari pengujian tersebut didapatkan persamaan :

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Dengan :

f_c' = Kuat tekan beton (kg/cm²)

P = Gaya tekan (kg)

A = Luas penampang silinder (cm²)

2.8. Analisis Statistis

Statistik dalam praktek banyak berhubungan dengan angka, sehingga banyak orang yang menganggap sebagai sekumpulan data, namun selain merupakan sekumpulan data statistik juga dipakai untuk melakukan berbagai analisis terhadap data, seperti melakukan peramalan, melakukan uji hipotesis dan lain-lain.

Aplikasi ilmu statistik dalam berbagai bidang dapat dibagi dalam dua bagian :

1. Statistik deskriptif, statistik ini menjelaskan atau menggambarkan berbagai karakteristik data seperti berapa rata-rata, seberapa jauh data bervariasi dan lain-lain.
2. Statistik induktif (inferensi), berusaha membuat berbagai inferensi terhadap sekelompok data yang berasal dari suatu sampel, tindakan inferensi tersebut seperti melakukan perkiraan, peramalan, pengambilan keputusan dan sebagainya.

Dalam praktek kedua statistik tersebut dipakai bersama-sama, biasanya dimulai dengan statistik deskriptif lalu dilanjutkan dengan statistik inferensi, berdasarkan ukuran kenormalan data (data berasal dari populasi yang sama atau tidak) statistik induktif dibedakan menjadi dua bagian :

- a. Statistik parametrik, jika data yang akan diolah terdistribusi secara normal maka data tersebut dilakukan berbagai inferensi dengan metode statistik ini, yang termasuk dalam statistik ini antara lain uji T, uji F, uji korelasi dan regresi.
- b. Statistis non-parametrik, jika data yang akan diolah tidak terdistribusi secara normal maka data tersebut dilakukan berbagai inferensi dengan metode statistik ini, yang termasuk dalam statistik ini antara *chi square test*, *sign test*, *median test* dan lain-lain.

Jenis data statistik berdasarkan tingkatannya dibagi menjadi dua yaitu :

- a. Data kualitatif, secara sederhana data kualitatif dapat disebut data yang bukan berupa angka, data kualitatif mempunyai ciri tidak dapat dilakukan operasi matematika, data kualitatif dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Data nominal

Data bertipe nominal adalah data yang mempunyai satu-satunya katagori, jadi semua data dianggap sama tingkatnya. Contohnya : data tentang jenis kelamin, data tempat kelahiran dan sebagainya.

2. Data ordinal

Data ordinal data seperti pada data nominal namun data data ordinal ada tingkatan. Contohnya : tingkat suka orang pada suatu produk (tidak suka, suka, sangat suka) dan sebagainya.

b. Data kuantitatif, data ini dapat disebut data dalam arti yang sebenarnya, jadi data jenis ini dapat dilakukan operasi matematika, data kuantitatif dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

1. Data interval

Data interval disini, data yang ada mempunyai interval (jarak) tertentu, seperti data temperatur ruangan ($50^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$) dan sebagainya.

2. Data rasio

Data ini adalah bersifat angka sesungguhnya seperti pada data interval namun data ini mempunyai titik nol yang sebenarnya seperti data kuat tekan beton dan sebagainya.

2.9. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini dengan memberi penambahan variasi (%) pasir limbah kuning terhadap pasir alam dari berat beton maka akan berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium bahan konstruksi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Brawijaya Malang. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2007 sampai dengan selesai.

3.2. Peralatan Penelitian

- a. Satu set ayakan.
- b. Timbangan.
- c. Gelas ukur.
- d. Oven.
- e. Cetok, ember, dll.
- f. Cetakan silinder standar \varnothing 15 cm dan tinggi 30 cm.
- g. Mesin pengaduk campuran beton.
- h. Alat uji *slump* (kerucut Abrams) dan tongkat penumbuk.
- i. Mesin uji tekan.

3.3. Bahan Penelitian

- a. Agregat halus pasir alam dan agregat kasar batu pecah dari wilayah Malang.
- b. Agregat halus pasir limbah kuning industri rumah tangga kerajinan kuningan di daerah Juwana, Jawa Tengah.
- c. Semen Gresik jenis I.
- d. Air PDAM di laboratorium bahan konstruksi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Brawijaya Malang.

3.4. Prosedur Kerja Penelitian

Beberapa hal yang perlu dilaksanakan sebelum pembuatan benda uji diantaranya :

a. Batasan bahan penelitian

- **Semen *portland* (PC)**

Dalam penelitian ini digunakan semen jenis I merek Gresik. Pemeriksaan semen dilakukan secara visual yakni semen yang digunakan tidak menggumpal.

- **Pasir alam dan batu pecah**

Pasir alam dan batu pecah yang digunakan yaitu berasal dari wilayah Malang, pengujian yang dilakukan adalah pemeriksaan gradasi agregat, berat volume agregat, kadar air agregat, berat jenis dan penyerapan dari agregat karena pengujian ini sangat menentukan pada kekuatan beton.

- **Pasir limbah kuningan**

Pasir limbah kuningan yang digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton yang berasal dari Juwana, Jawa Tengah. Pengujian pasir limbah kuningan adalah pemeriksaan gradasi agregat, berat volume agregat, kadar air agregat, berat jenis dan penyerapan dari agregat halus pasir limbah kuningan tersebut.

- **Air**

Pada penelitian ini air yang digunakan adalah air PDAM di laboratorium bahan konstruksi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Brawijaya Malang.

b. Pengujian sifat fisik material

- **Uji berat jenis pasir alam dan pasir limbah kuningan**

Prosedur kerja :

- 1) Contoh pasir dalam keadaan SSD sebanyak W_1 gram dimasukkan ke dalam gelas ukur dan diberi air sampai terendam seluruhnya.
- 2) Gelas ukur diguncang-guncang untuk menghilangkan gelembung udara yang ada di dalam pasir.
- 3) Tambahkan air sampai pada ketinggian 500 ml.
- 4) Gelas ukur yang berisi pasir dan air ditimbang, misalnya beratnya W_2 gram.
- 5) Pasir dikeluarkan dari gelas ukuran sampai tak ada sisa pasir yang tertinggal, lalu oven kan selama ± 24 jam.
- 6) Setelah dioven, pasir dikeluarkan dan ditimbang, misalnya beratnya W_3 gram.
- 7) Gelas ukuran diisi air setinggi x kemudian ditimbang, misalnya beratnya W_4 .

Perhitungan :

$$1. \text{ Berat jenis kering} = \frac{W_3}{(W_4 + (W_1 - W_2))}$$

$$2. \text{ Berat jenis SSD} = \frac{W_1}{(W_4 + (W_1 - W_2))}$$

➤ **Uji gradasi pasir alam dan pasir limbah kuningan**

Prosedur kerja :

- 1) Contoh pasir ini masing-masing diambil sebanyak 1000 gram.
- 2) Ayakan yang akan digunakan harus dibersihkan, kemudian ditimbang berat dari ayakan tersebut sebagai berat W_1 .
- 3) Ayakan disusun dengan diameter paling besar diletakkan di atas, berturut-turut dan diameter ayakan yang paling kecil dan pan diletakkan di paling bawah.
- 4) Agregat yang akan diuji dimasukkan ke dalam ayakan, kemudian digetarkan selama 10 menit.
- 5) Masing-masing ayakan ditimbang (W_2).
- 6) Berat agregat yang tertinggal di ayakan dihitung beratnya.
- 7) Setelah data analisis ayakan agregat halus didapatkan kemudian dihitung persentase lolos kumulatif dengan menggunakan table hitungan.
- 8) Setelah data pada no. 7 didapatkan maka agregat halus dapat digolongkan gradasi berdasarkan grafik yang telah tersedia dan data tersebut akan digunakan dalam campuran beton.

Perhitungan:

Berat pasir yang tertinggal di ayakan $W = W_2 - W_1$

Setelah diketahui persen yang lolos kumulatif dari masing-masing ayakan, dengan pertolongan grafik gradasi zona pasir sehingga didapat zona pasir yang diperiksa dan akan digunakan pencampuran beton.

➤ **Uji kadar air pasir alam dan pasir limbah kuningan**

Prosedur kerja :

- 1) Timbang dan catatlah berat talam (W_1).
- 2) Masukkan contoh pasir limbah kuningan kondisi SSD kedalam talam, kemudian timbang dan catatlah berat talam + benda uji (W_2).
- 3) Hitung contoh pasir limbah kuningan kondisi SSD ($W_3 = W_2 - W_1$)
- 4) Keringkan contoh pasir tersebut bersama talam dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
- 5) Setelah kering, timbang dan catatlah berat talam + benda uji kering (W_4).
- 6) Hitung berat contoh pasir kering ($W_5 = W_4 - W_1$).

Perhitungan :

$$\text{Kadar air pasir limbah kuningan} = \frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100\%$$

3.5. Batasan Penelitian

- a. Komposisi campuran = semen : agregat halus pasir alam dan pasir limbah kuningan : agregat kasar.
- b. Direncanakan variasi rasio agregat semen adalah : A/C = 3,5 → semen : agregat halus : agregat kasar = 1 : 1,5 : 2.
- c. Direncanakan perbandingan komposisi pasir limbah kuningan dengan pasir alam dalam campuran beton adalah :
 - I = 0% pasir limbah kuningan dan 100% pasir alam
 - II = 10% pasir limbah kuningan dan 90% pasir alam
 - III = 20% pasir limbah kuningan dan 80% pasir alam
 - IV = 30% pasir limbah kuningan dan 70% pasir alam
 - V = 40% pasir limbah kuningan dan 60% pasir alam
- d. Digunakan faktor air semen rencana 0,45
- e. Pengujian dilakukan umur 28 hari.

3.6. Rancangan Penelitian

Dalam setiap perlakuan dibuat benda uji sebanyak 5 buah silinder beton. Benda uji pada setiap perlakuan dengan faktor air semen rencana 0,45 diuji pada umur 28 hari. Jadi keseluruhan benda uji silinder beton yang dibuat sebanyak 25 buah.

Dalam penelitian ini dibuat sejumlah benda uji untuk rancangan penelitian dengan komposisi campuran beton 1 : 1,5 : 2 adalah sebagai berikut :

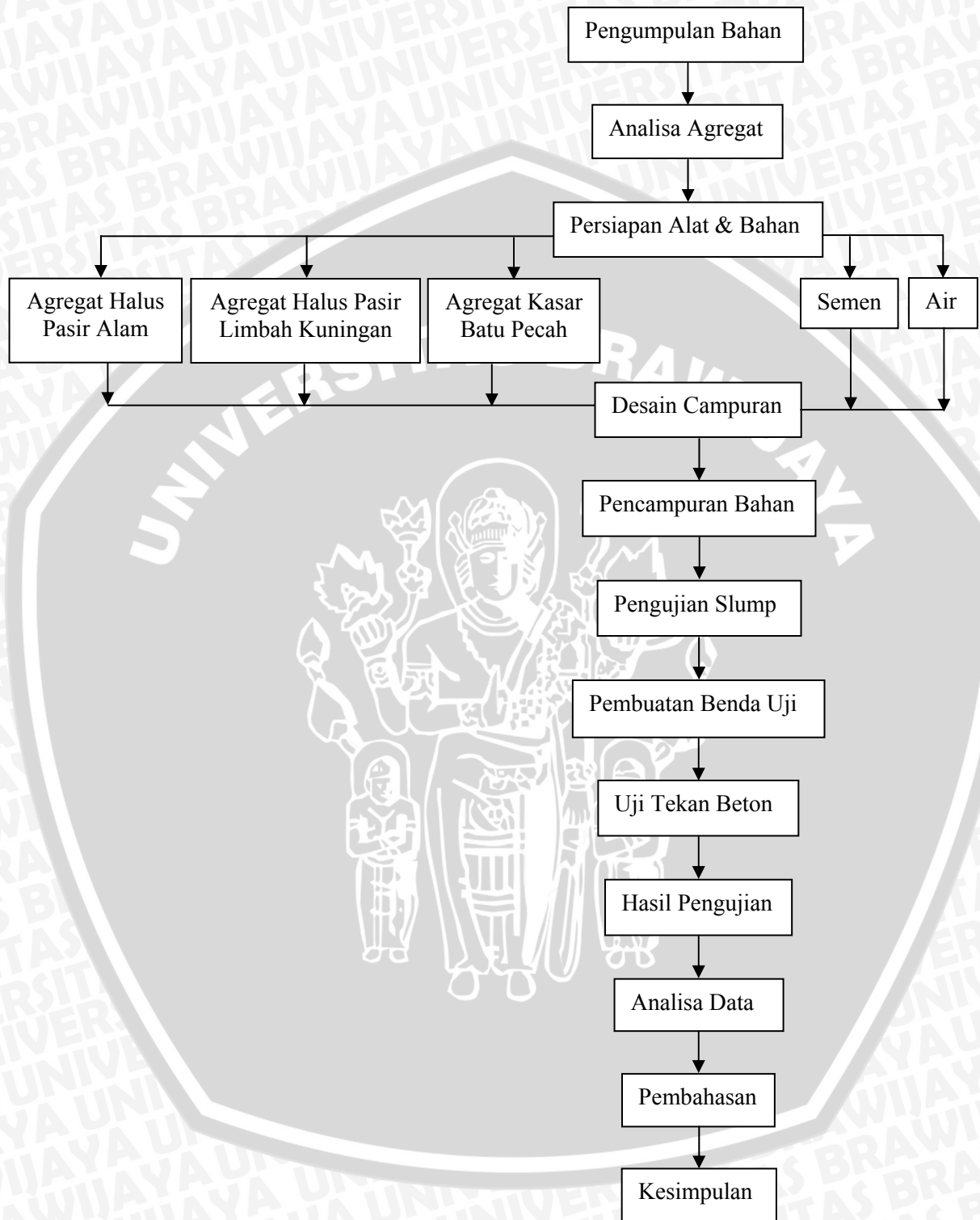
- a. Persiapan bahan semen, agregat halus pasir alam, agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus pasir limbah kuningan.
- b. Analisis fisik agregat kasar dan halus, meliputi gradasi agregat, kadar air, berat volume, berat jenis dan penyerapan.
- c. Pengujian *slump* beton dan pembuatan benda uji sebanyak 25 buah.
- d. Perawatan benda uji (disimpan pada suhu kamar).
- e. Pengujian kuat tekan beton.
- f. Pengambilan data.
- g. Analisis data hasil pengujian kuat tekan beton.

Tabel. 3.1. Rancangan penelitian benda uji

Komposisi campuran pasir limbah kuningan + pasir alam	Umur pengujian (hari)	fas (rencana) 0,45
I. 0% PLK dan 100% PA	28	5 x
II. 10% PLK dan 90% PA	28	5 x
III. 20% PLK dan 80% PA	28	5 x
IV. 30% PLK dan 70% PA	28	5 x
V. 40% PLK dan 60% PA	28	5 x



3.7. Diagram Alir Penelitian



3.8. Variabel Penelitian

Variabel yang akan diukur adalah sebagai berikut :

a. Variabel bebas

Variabel yang perubahannya bebas dilakukan. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah komposisi campuran penambahan pasir limbah kuningan terhadap pasir alam.

b. Variabel tak bebas

Variabel yang tergantung dari variabel bebas. Variabel tak bebas dalam penelitian ini adalah nilai kuat tekan beton.

3.9. Analisis Data

Untuk menguji apakah penggunaan pasir limbah kuningan industri rumah tangga kerajinan kuningan di daerah Juwana, Jawa Tengah mempunyai pengaruh terhadap nilai kuat tekan beton dengan komposisi campuran, digunakan metode penerapan rancangan acak lengkap.

Data yang telah dikumpulkan akan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode penerapan rancangan acak lengkap dan regresi. Dengan analisis regresi didapatkan suatu bentuk persamaan regresinya kemudian dibuat grafik untuk mendapatkan masing-masing parameter kuat tekan beton.

Dari analisis metode penerapan rancangan acak lengkap dapat dirumuskan hipotesis secara statistik sebagai berikut :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_n$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \dots \neq \mu_n$$

Dengan :

H_0 = Hipotesis awal yang menyatakan tidak terdapatnya pengaruh.

H_1 = Hipotesis alternatif yang menyatakan terdapat pengaruh.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Bahan Yang Digunakan

4.1.1. Semen

Penelitian ini menggunakan Semen *Portland* Gresik Jenis I yang sudah umum digunakan sehingga tidak dilakukan penelitian lebih lanjut.

4.1.2. Air

Air yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), air ini dianggap telah memenuhi syarat sebagai bahan pengaduk semen dengan agregat, sehingga dalam penelitian ini tidak dilakukan analisis lagi.

4.1.3. Agregat Halus

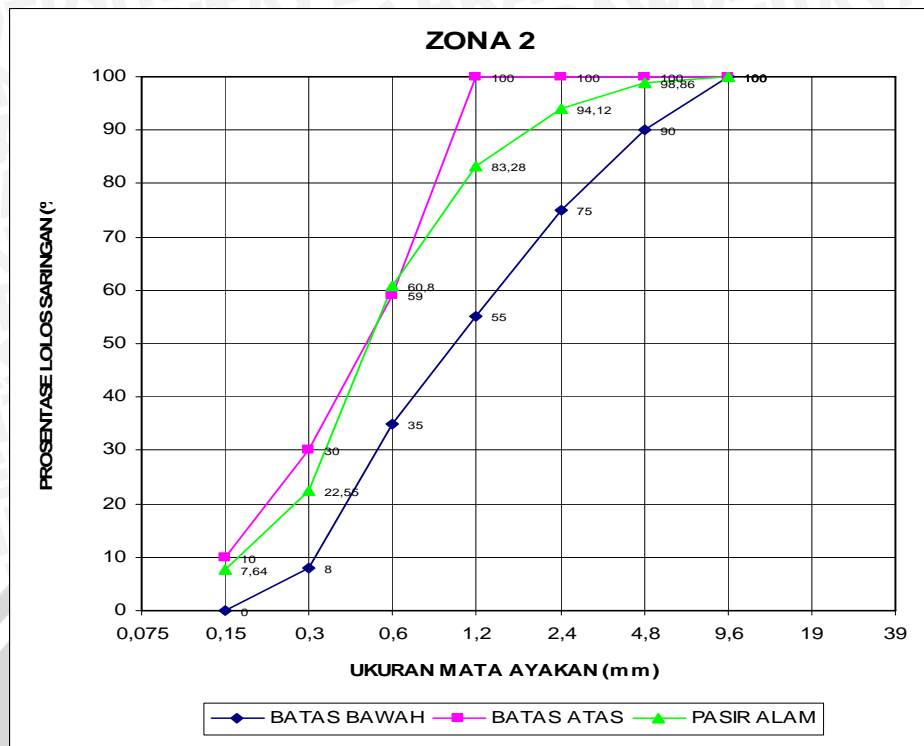
Agregat halus yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pasir alam yang diambil dari wilayah Malang. Perhitungan berat jenis, penyerapan, kadar air agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 1 – 2 dan hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil pemeriksaan Agregat Halus (pasir alam)

Jenis pemeriksaan	Satuan	Nilai
Berat Jenis Curah	-	2,47
Berat Jenis SSD	-	2,53
Berat Jenis Semu	-	2,62
Penyerapan	%	2,29
Kadar Air	%	0,23

(Sumber : Hasil Penelitian)

Setelah dilakukan pengujian gradasi pasir alam yang digunakan dalam penelitian ini, maka didapatkan bahwa pasir alam termasuk kedalam zona 2, yang menyatakan bahwa pasir alam bergradasi sedang. Hasil perhitungan gradasi pasir alam dapat dilihat pada Lampiran 1 - 2, dan zona pasir terlampir pada Grafik 4.1. dibawah ini.



Gambar 4.1. Grafik gradasi agregat halus
(Sumber : Hasil penelitian)

Dari hasil penelitian didapat berat jenis agregat adalah 2,53. Berdasarkan berat jenis agregat diatas merupakan agregat normal karena memiliki berat jenis yang berkisar antara 2,5 sampai 2,7.

4.1.4. Agregat Halus Pasir Limbah Kuningan

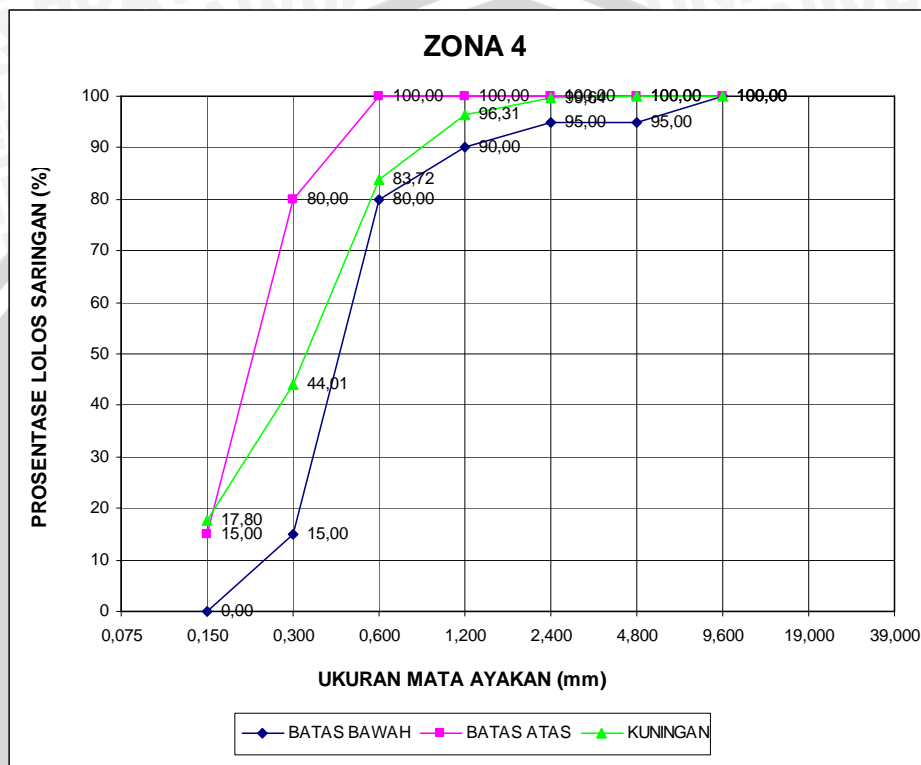
Agregat halus yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pasir limbah kuningan yang diambil dari industri rumah tangga kerajinan kuningan di daerah Juwana, Jawa Tengah. Perhitungan berat jenis, penyerapan, dan kadar air agregat halus pasir limbah kuningan dapat dilihat pada Lampiran 3 - 4, dan hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil pemeriksaan agregat pasir limbah kuningan

Jenis pemeriksaan	Satuan	Nilai
Berat Jenis Curah	-	5,59
Berat Jenis SSD	-	5,62
Berat Jenis Semu	-	5,76
Penyerapan	%	0,54
Kadar Air	%	0,79

(Sumber : Hasil Penelitian)

Setelah dilakukan pengujian gradasi pasir yang digunakan dalam penelitian ini, maka didapatkan bahwa pasir termasuk kedalam zona 4, yang menyatakan bahwa pasir bergradasi sangat halus. Untuk mengurangi kadar lumpur yang dapat merusak kekuatan beton sebelum pengujian saringan terlebih dahulu agregat tersebut dicuci karena masih terlihat keruh. Hasil perhitungan gradasi pasir dapat dilihat pada Lampiran 3 - 4, dan zona pasir limbah kuningin terlampir pada Grafik 4.2. dibawah ini.



Gambar 4.2. Grafik gradasi agregat halus pasir limbah kuningin (Sumber : Hasil Penelitian)

Dari hasil penelitian didapat berat jenis agregat adalah 5,62. Berdasarkan berat jenis agregat diatas merupakan agregat berat karena memiliki berat jenis yang lebih dari 2,8 (Gambhir, 1986). Sedangkan berat volume agregat adalah 2530 kg/cm³. Berdasarkan berat volume agregat diatas merupakan agregat berat karena memiliki berat volume agregat yang lebih dari 2162,70 kg/cm³ (Edward G. Nawy, 1998 : 18).

4.1.5. Agregat Kasar

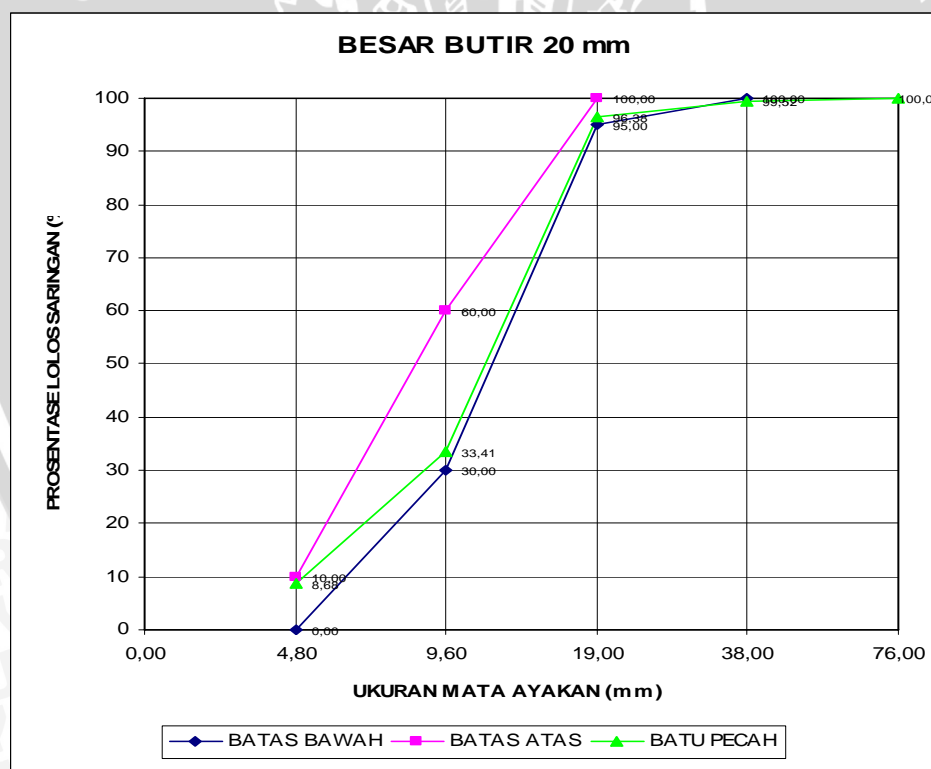
Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah dengan ukuran butiran maksimum 20 mm yang didapat dari daerah Malang. Perhitungan berat jenis, penyerapan dan kadar air dapat dilihat pada Lampiran 5 - 6 dan hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 4.3. dibawah ini.

Tabel 4.3. Hasil pemeriksaan agregat kasar

Jenis pemeriksaan	Satuan	Nilai
Berat Jenis Curah	-	2,63
Berat Jenis SSD	-	2,71
Berat Jenis Semu	-	2,85
Penyerapan	%	2,20
Kadar Air	%	1,12

(Sumber : Hasil Penelitian)

Setelah dilakukan pengujian gradasi kerikil yang digunakan dalam penelitian ini, maka didapatkan bahwa agregat kasar termasuk kedalam zona gradasi kerikil/koral ukuran maksimum 20 mm, sehingga dapat menentukan grafik agregat gabungan berdasarkan gradasi butiran tersebut. Hasil perhitungan gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran 5 - 6, dan zona gradasi butiran agregat kasar terlampir pada Grafik 4.3. dibawah ini.



Gambar 4.3. Grafik gradasi agregat kasar (batu pecah)
(Sumber : Hasil Penelitian)

Dari hasil penelitian didapat berat jenis agregat adalah 2,71. Berdasarkan berat jenis agregat diatas merupakan agregat normal karena memiliki berat jenis yang berkisar antara 2,7 sampai 2,8.

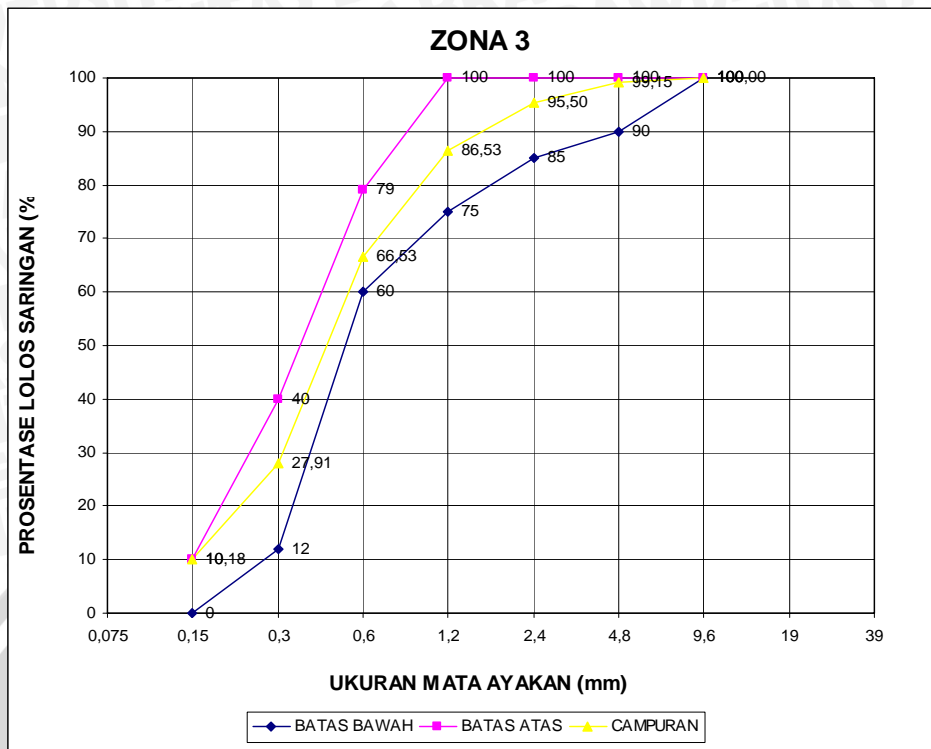
4.2. Agregat Gabungan

4.2.1. Agregat Gabungan Pasir Limbah Kuningan dengan Pasir Alam

Berdasarkan data dari agregat halus dibuat gabungan kedua agregat dengan hasil agregat halus pasir limbah kuningan 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan sisanya pasir alam sehingga gabungan agregat diupayakan supaya masuk satu zona yaitu zona 3, hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 8 – 11 dan zona gradasi butiran agregat gabungan terlampir pada Grafik 4.4. dibawah ini.

Tabel 4.4. hasil analisis saringan agregat campuran pasir limbah kuningan dengan pasir alam

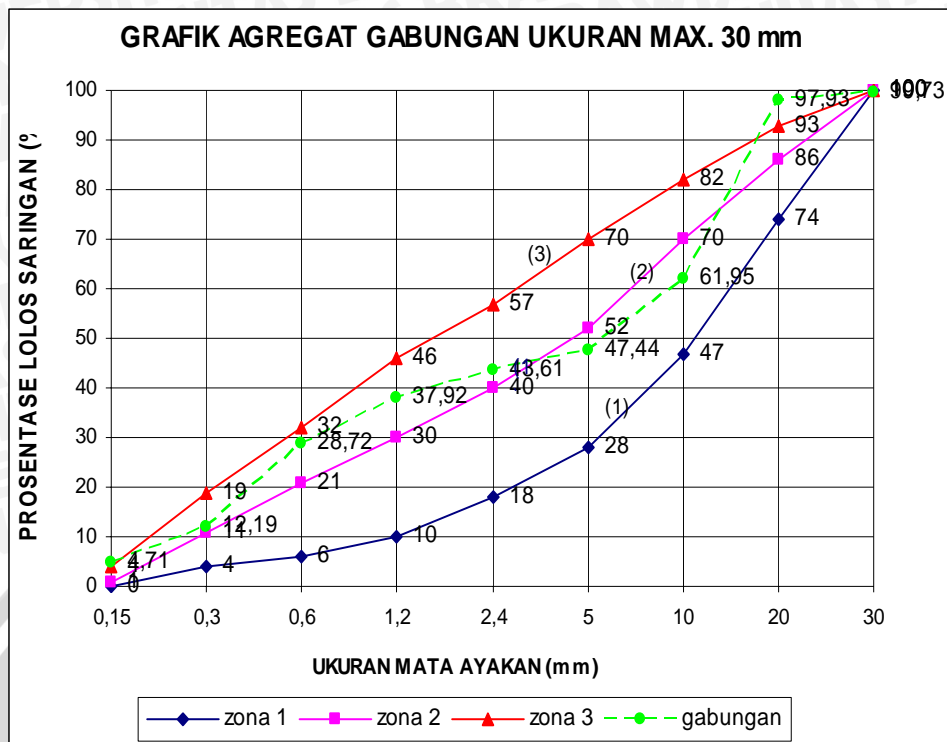
Saringan		Berat butir agregat komposisi PLK				Rata-rata
SK SNI M-08-1989-F		10%	20%	30%	40%	
Mm	Inch	Lolos (%)	Lolos (%)	42,86 %	57,14 %	
1	2	3	4	3	5	6
50,800	2"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
25,400	1"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
19,050	3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
12,700	1/2"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
9,520	3/8"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
4,750	No. 4	98,98	99,09	99,20	99,32	99,15
2,360	No. 8	94,67	95,22	95,77	96,33	95,50
1,180	No. 16	84,58	85,88	87,19	88,49	86,53
0,600	No. 30	63,09	65,38	67,68	69,97	66,53
0,250	No. 50	24,69	26,84	28,99	31,13	27,91
0,150	No. 100	8,66	9,67	10,69	11,71	10,18
0,075	No. 200	4,04	5,34	6,64	7,94	5,99
PAN		-	-	-	-	-
Jumlah						601,84



Gambar 4.4. Grafik gradasi agregat campuran pasir limbah kuning dengan pasir alam
(Sumber : Hasil Penelitian)

4.2.2. Agregat Gabungan Agregat Halus dengan Agregat Kasar

Berdasarkan data dari agregat halus dan agregat kasar dapat dibuat gabungan kedua agregat dengan hasil agregat halus 42,86% pasir limbah kuning + pasir alam dan agregat kasar 57,14% (batu pecah) sehingga gabungan agregat masuk pada grafik agregat gabungan dengan butir mak.30 mm dalam zona 1 – 2 dan zona 2 - 3, hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 12 dan zona gradasi butiran agregat gabungan terlampir pada Grafik 4.5. dibawah ini.



Gambar 4.5. Grafik gradasi agregat gabungan dengan butir mak.30 mm
(Sumber : Hasil Penelitian)

4.3. Pengujian Adukan Beton

Pengujian adukan beton sebelum dilakukan pengecoran terlebih dahulu dilakukan uji *slump*. Pengujian *slump* dilakukan dengan menggunakan alat kerucut Abrams. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekentalan dan *workability* dari adukan beton.

Untuk mengetahui nilai *slump*, beton segar dimasukkan kedalam kerucut tersebut dalam tiga lapis dimana setiap lapis dipadatkan dengan tusukan tongkat besi sebanyak 25 kali, setelah semua lapisan terisi dengan adukan beton kemudian kerucut diangkat dan tinggi benda uji diukur berapa penurunan tinggi beton tersebut. Dalam penelitian ini digunakan nilai faktor air semen yang sama untuk semua model komposisi pasir limbah kuning, akan tetapi menghasilkan nilai *slump test* yang berbeda karena pengaruh penggunaan komposisi pasir limbah kuning yang berbeda, dan setelah dikoreksi sesuai dengan kadar air dan penyerapan masing-masing agregat didapat faktor air semen yang bervariasi dan lebih kecil dari faktor air semen semula, hasil pengujian koreksi faktor air semen dapat dilihat pada Lampiran 18 dan hasil uji *slump* dapat dilihat pada Tabel 4.5. dibawah ini.

Tabel 4.5. Hasil pengujian *slump* dengan fas yang terjadi (SSD)

Komposisi campuran pasir limbah kuningan + pasir alam	fas	<i>Slump</i> (cm)
I. 0% PLK dan 100% PA	0,38	4,20
II. 10% PLK dan 90% PA	0,39	14,30
III. 20% PLK dan 80% PA	0,39	14,70
IV. 30% PLK dan 70% PA	0,39	15,80
V. 40% PLK dan 60% PA	0,40	17,30

(Sumber : Hasil Penelitian)

4.4. Perawatan Beton

Perawatan dilakukan untuk menjamin tersedianya air, guna proses hidrasi dan perawatan yang dilakukan terhadap benda uji adalah sebagai berikut :

1. Benda uji dikeluarkan dari cetakan setelah 24 jam setelah pengecoran.
2. Benda uji tidak dilakukan perawatan khusus (disimpan pada suhu kamar).

4.5. Pengujian Beton

4.5.1. Pemeriksaan Berat Volume Beton

Beton dibuat berupa benda uji selinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, setelah mencapai umur beton yang ditentukan dalam penelitian ini yaitu 28 hari maka dilakukan pengukuran dimensi pada benda uji dan ditimbang beratnya untuk mengetahui berat volumenya. Perhitungan berat volume benda uji terdapat pada lampiran, berat volume benda uji terdapat pada Tabel 4.6. dibawah ini.

Tabel 4.6. Berat volume benda uji silinder

Komposisi campuran pasir limbah kuningan + pasir alam	Berat (kg)	Berat volume (kg/m ³)
I. 0% PLK dan 100% PA	12,2540	2347,0708
II. 10% PLK dan 90% PA	12,4560	2361,8070
III. 20% PLK dan 80% PA	12,5800	2386,8498
IV. 30% PLK dan 70% PA	12,7080	2398,3015
V. 40% PLK dan 60% PA	12,8370	2422,7601

(Sumber : Hasil Penelitian)

4.5.2. Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Untuk pengujian kuat tekan beton, pengujian dilakukan dengan alat *Compression Testing Machine*. Pengujian dilakukan dengan meletakkan benda uji berdiri tegak lurus dan dengan penambahan beban yang konstan sampai benda uji kelihatan retak yang diindikasikan dengan tidak lagi adanya peninggatan gaya tekan. Adapun hasil dari perhitungan uji kuat tekan silinder beton terdapat pada Lampiran.

Hasil pengujian kuat tekan beton yang menggunakan variasi penambahan agregat halus pasir limbah kuningan.

Tabel 4.7. Kuat tekan beton

Komposisi campuran pasir limbah kuningan + pasir alam	Beban (KN)	Beban (kg)	Kuat tekan (kg/cm ²)	Kuat tekan (MPa)
I. 0% PLK dan 100% PA	537,0	54757,5034	310,0213	31,0021
II. 10% PLK dan 90% PA	544,2	55491,6822	314,1780	31,4178
III. 20% PLK dan 80% PA	555,6	56654,1320	320,7594	32,0759
IV. 30% PLK dan 70% PA	537,4	54791,2911	310,2522	31,0252
V. 40% PLK dan 60% PA	521,8	53207,5703	301,2460	30,1246

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dengan :

PLK = Pasir limbah kuningan

PA = Pasir alam

4.6. Metode Pengujian Hipotesis

Pengaruh pemakaian dengan komposisi tertentu pada campuran beton dengan menggunakan penambahan pasir limbah kuningan sebagai agregat halus terhadap pasir alam dapat memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton, maka perlu suatu pengujian hipotesis tersebut.

Pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan metode penerapan rancangan acak lengkap dan analisis regresi antara penambahan pasir limbah kuningan sebagai agregat halus terhadap nilai kuat tekan.

Hipotesis ini secara statistik dapat dijelaskan sebagai berikut :

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_n$$

$$H_1 = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \dots \neq \mu_n$$

dengan :

H_0 = Hipotesis awal, yang menyatakan tidak ada pengaruh.

H_1 = Hipotesis alternatif, yang menyatakan ada pengaruh.

Dengan menggunakan persamaan uji hipotesis data, kriteria pengujian metode penerapan rancangan acak lengkap adalah :

α = 0,05 (resiko kegagalan)

t = 5 (jumlah perulangan)

n = 25 (jumlah data)

Batas kritis derajat kebebasan (*Degree of Freedom*) pada tabel metode penerapan rancangan acak lengkap adalah :

db_{total} = 24

db_{perlak.} = 4

db_{galat} = 20

4.7. Analisis Metode Penerapan Rancangan Acak Lengkap

Dari distribusi F diperoleh $F_{\text{tabel}} \rightarrow F(0,05 ; 4 ; 20) = 2,87$

Dari distribusi F diperoleh $F_{\text{tabel}} \rightarrow F(0,025 ; 4 ; 20) = 3,51$

Dengan perhitungan manual maka diperoleh pada Tabel 4.8. berikut :

Tabel 4.8. Analisis metode penerapan rancangan acak lengkap

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}	
					5%	2,5%
Perlakuan	4	1007,897	251,9743	4,0711	2,87	3,51
Galat	20	1237,8735	61,8937	-	-	-
Total	24	2245,7705	-	-	-	-

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dengan :

dB = Derajat bebas

JK = Jumlah kuadrat

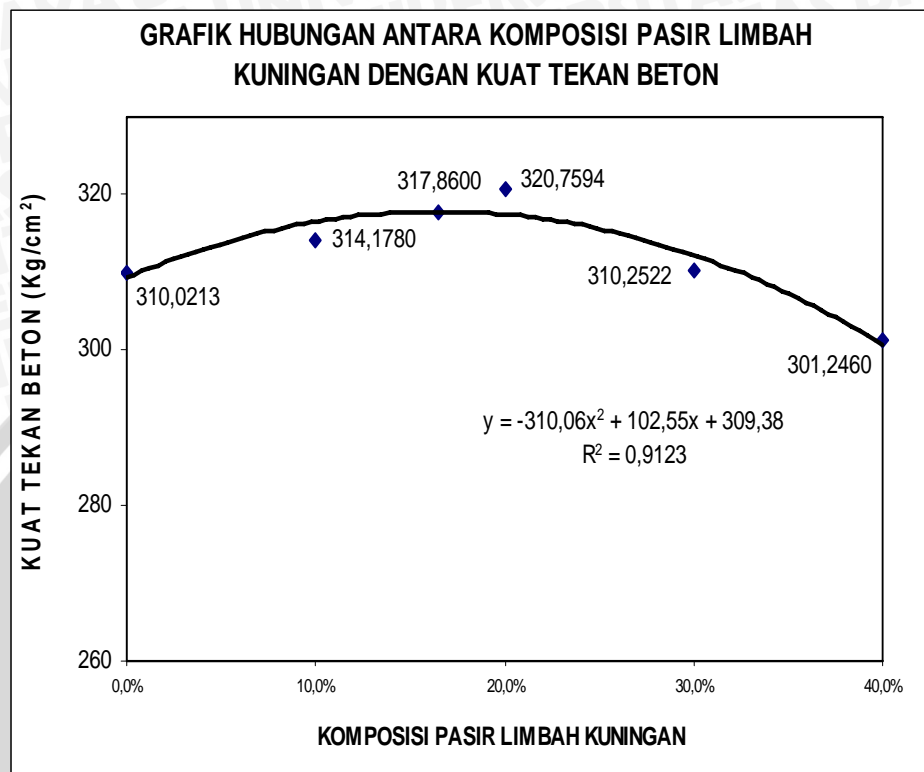
KT = Kuadrat tengah

Berdasarkan Tabel 4.8. dijelaskan bahwa :

- Dari daftar distribusi F dengan $f_1 = \text{db}_{\text{perlakuan}} = 4$ dan $f_2 = \text{db}_{\text{galat}} = 20$, pada taraf 5% dan 2,5% berturut-turut adalah = 2,87 dan 3,51. Ternyata $F_{\text{hitung}} = 4,0711 > F_{\text{tabel}} = 2,84$ dan 3,51, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima untuk rasio kegagalan 5% dan 2,5%.
- Berarti komposisi agregat halus pasir limbah kuningin menyebabkan pertambahan kuat tekan beton secara nyata.

4.8. Analisis Regresi

Hubungan antara komposisi agregat halus pasir limbah kuningan dengan nilai kuat tekan beton, secara statistik dapat ditulis dengan persamaan regresi sebagai berikut



Gambar 4.6. Grafik regresi untuk beton
(Sumber : Hasil Penelitian)

Dengan perhitungan manual untuk perhitungan analisis regresi, maka diperoleh persamaan regresi kwadrat sebagai berikut :

Untuk umur beton 28 hari didapat :

$$\text{Persamaan Y} = -310,1 X^2 + 102,57 X + 309,38$$

$$\text{Koefisien determinasi (R}^2\text{)} = 0,8697$$

$$\text{Koefisien korelasi (R)} = 0,9469$$

Dengan :

$$Y = \text{Nilai kuat tekan beton (kg/cm}^2\text{)}$$

$$X = \text{Komposisi agregat halus pasir limbah kuningan (\%)}$$

$$k = 1$$

$$n = 5$$

$$JK_{\text{regresi}} = k$$

$$JK_{\text{galat}} = n - k - 1$$

$$\text{Total} = n - 1$$

Tabel 4.9. Analisis varian regresi standar

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
JK _{regresi}	1	180,7381	180,7381	26,0163	10,13
JK _{galat}	3	20,8413	6,9471	-	-
Total	4	201,5794	-	-	-

(Sumber : Hasil Penelitian)

Untuk analisis regresi beton diperoleh hasil sebagai berikut :

- Dari daftar distribusi F dengan dk pembilang 1 dan dk penyebut 3 dan peluang 0,95 ($\alpha = 0,05$) diperoleh $F_{\text{tabel}} = 10,13$. ternyata $F_{\text{hitung}} = 26,0163 > F_{\text{tabel}} = 10,13$.
- Berarti hipotesis model regresi kwadrat diterima, dan menolak model regresi linear. Dan jika dilihat dari nilai R^2 dapat dikatakan bahwa 86,97% nilai Y dipengaruhi oleh nilai X.

Dari uji hipotesis analisis regresi diatas diperoleh hasil bahwa :

- Variabel X berpengaruh terhadap variabel Y.
- Variabel Y berkorelasi kwadrat terhadap variabel X.
- Model regresi kwadrat diterima.

$$Y = -310,1 X^2 + 102,57 X + 309,38$$

$$\frac{dy}{dx} = 0$$

$$\frac{-310,1X^2 + 102,57X + 309,38}{dx} = 0$$

$$-320,2 X + 102,57 = 0$$

$$X = 0,1654 = 16,54\%$$

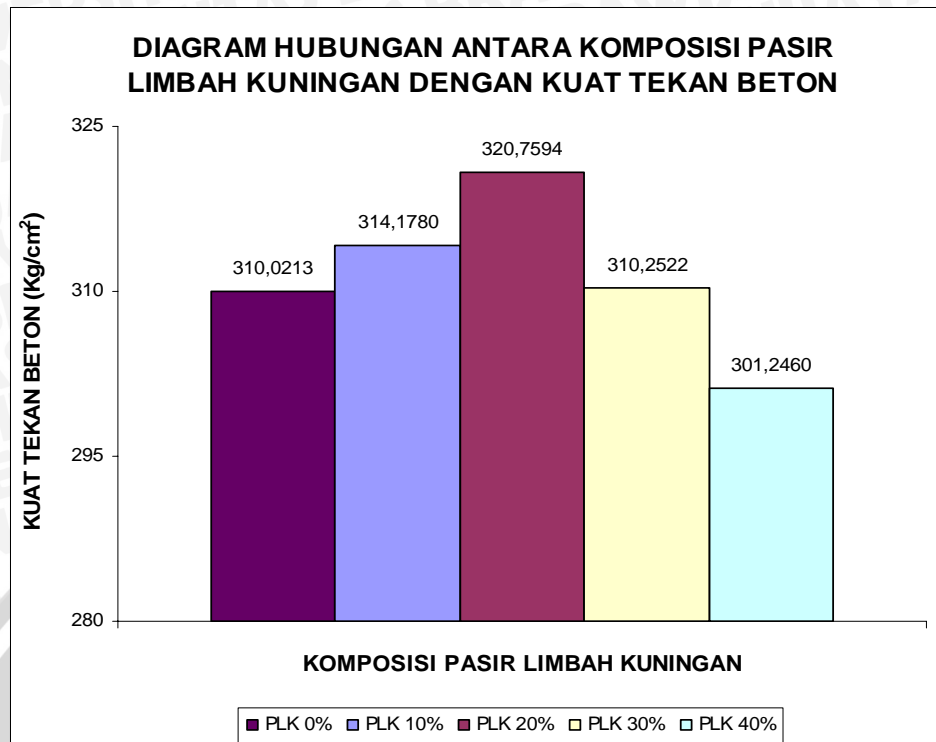
$$Y = -310,2 \cdot (0,1654^2) + 102,57 \cdot (0,1654) + 309,38$$

$$= 317,86$$

Jadi nilai kuat tekan maksimum dengan uji analisis regresi didapat sebesar 317,86 kg/cm² pada variasi penambahan komposisi pasir limbah kuning sebesar 16,54%.

4.9. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton

Dari data hasil pengujian kuat tekan beton maka dari data tersebut dapat ditarik rata-rata kuat tekan beton dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 4.7. Diagram batang hubungan antara komposisi pasir limbah kuningan dengan kuat tekan beton.
(Sumber : Hasil Penelitian)

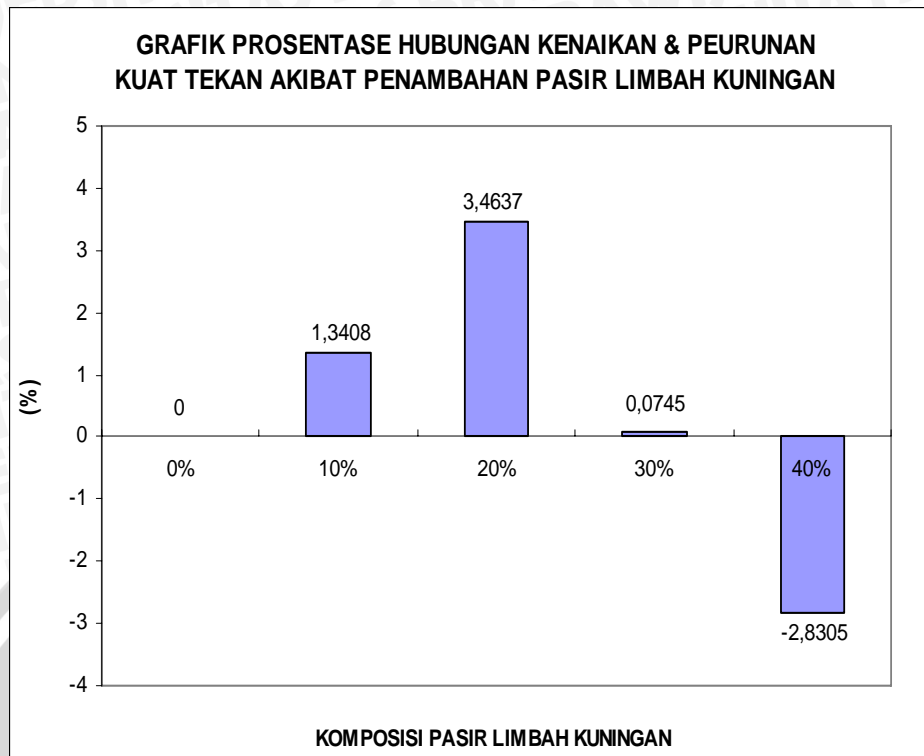
Pada diagram diatas terlihat bahwa komposisi agregat halus pasir limbah kuningan berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Dengan semakin besarnya prosentase agregat halus pasir limbah kuningan pada campuran beton pada komposisi campuran 20% maka kuat tekan betonnya meningkat dan komposisi yang lebih besar dari 20% maka kuat tekannya semakin menurun.

Dari tabel 4.10 dan analisis regresi diatas dapat diketahui kenaikan nilai kuat tekan beton (kg/cm²) dari setiap komposisi agregat halus pasir limbah kuningan.

Tabel 4.10. Prosentase nilai kenaikan dan penurunan kuat tekan beton (%)

Komposisi agregat	Hasil kuat tekan beton (kg/cm ²)	Penigkatan (%)
I. 0% PLK dan 100% PA	310,0213	0
II. 10% PLK dan 90% PA	314,1780	1,3408
III. 20% PLK dan 80% PA	320,7594	3,4637
IV. 30% PLK dan 70% PA	310,2522	0,0745
V. 40% PLK dan 60% PA	301,2460	-2,8305

(Sumber : Hasil Penelitian)



Gambar 4.8. Diagram batang peningkatan dan penurunan kuat tekan beton (Sumber : Hasil Penelitian)

4.10. Pembahasan

4.10.1. Hasil Analisis Metode Penerapan Rancangan Acak Lengkap

Dari daftar distribusi F dengan $f_1 = db_{\text{perlakuan}} = 4$ dan $f_2 = db_{\text{galat}} = 20$, pada taraf 5% dan 2,5% berturut-turut adalah = 2,87 dan 3,51. Ternyata $F_{\text{hitung}} = 4,0711 > F_{\text{tabel}} = 2,84$ dan 3,51.

Berarti hipotesis H_0 yang menyatakan tidak ada pengaruh ditolak, dan hipotesis H_1 yang menyatakan adanya pengaruh diterima.

Jadi, komposisi agregat halus pasir limbah kuningan berpengaruh nyata terhadap nilai kuat tekan beton dengan tingkat kepercayaan 95%. Artinya, kebenaran akan hipotesis tersebut sebesar 95%, sedang kesalahan hipotesis tersebut sebesar 5%.

Jadi Komposisi agregat halus pasir limbah kuningan berpengaruh nyata terhadap nilai kuat tekan beton.

4.10.2. Hasil Analisis Regresi

Dari hasil analisis regresi untuk kuat tekan beton diperoleh :

- Koefisien korelasi (R) = 0,9469, berarti adanya hubungan linear langsung antar variabel X dan variabel Y.

- b. Koefisien determinasi (R^2) = 0,8697, berarti pengaruh variabel X terhadap perubahan variabel Y sebesar 86,97%, sedangkan sisanya variabel Y dipengaruhi oleh variabel yang lain.

Berarti hipotesis H_0 yang menyatakan variabel X tidak berpengaruh terhadap variabel Y ditolak, dan hipotesis H_1 yang menyatakan variabel X berpengaruh terhadap variabel Y diterima.

Jadi, variabel X berpengaruh nyata terhadap variabel Y dengan tingkat kepercayaan 95%. Artinya, kebenaran akan hipotesis tersebut sebesar 95%, sedang kesalahan hipotesis tersebut sebesar 5%.

- c. Untuk uji analisis regresi

$$F_{\text{hitung}} = 26,0163 > F_{\text{tabel}} = 10,13.$$

$$Y = -310,1 X^2 + 102,57 X + 309,38$$

$$\frac{dy}{dx} = 0$$

$$\frac{-310,1X^2 + 102,57X + 309,38}{dx} = 0$$

$$-320,2 X + 102,57 = 0$$

$$X = 0,1654 = 16,54\%$$

$$Y = -310,2 \cdot (0,1654^2) + 102,57 \cdot (0,1654) + 309,38 \\ = 317,86$$

Jadi nilai kuat tekan maksimum dengan uji analisis regresi didapat sebesar 317,86 kg/cm² pada variasi penambahan komposisi pasir limbah kuning sebesar 16,54%.

4.10.3. Hasil Nilai Kuat Tekan Beton

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa, dengan pemakaian agregat halus pasir limbah kuning menunjukkan kenaikan nilai kuat tekan pada uji tekan beton yang maksimum pada komposisi campuran III yaitu pada campuran 20% pasir limbah kuning didapat kenaikan sebesar 3,4637%. Sedang kekuatan maksimum dengan uji analisis regresi didapat sebesar 317,86 kg/cm² yaitu dengan penambahan pasir limbah kuning sebesar 16,54 %.

Dari berbagai komposisi campuran agregat halus pasir limbah kuning, ternyata yang menunjukkan kenaikan nilai kuat tekan beton tertinggi (maksimum) adalah dengan menggunakan komposisi agregat halus pasir limbah kuning pada 10% - 30% dan penurunan terjadi dengan komposisi agregat halus pasir limbah kuning pada 30% - 40%.

Kenaikan nilai kuat tekan beton tersebut diantaranya dipengaruhi oleh :

- Agregat halus pasir limbah kuningan yang mempunyai berat jenis SSD tinggi bisa mengakibatkan berat volume beton akan lebih besar dari beton normal, sehingga memberikan kerapatan yang tinggi untuk dapat menerima beban yang lebih besar.
- Nilai penyerapan agregat halus pasir limbah kuningan lebih kecil daripada pasir alam yang berarti rongga udara yang terdapat pada agregat halus pasir limbah kuningan lebih kecil dan bisa mengakibatkan kepadatan yang lebih besar sehingga pada prosentase tertentu membuat nilai kuat tekan menjadi besar.

Penurunan nilai kuat tekan beton tersebut diantaranya dipengaruhi oleh :

- Agregat halus pasir limbah kuningan yang mempunyai berat jenis SSD tinggi bisa mengakibatkan jumlah mortar yang sedikit sehingga kemampuan mengisi rongga antar agregat kecil sehingga pada prosentase campuran tertentu kuat tekan yang dihasilkan kecil.
- Dilihat dari referensi bahwa nilai *slump* besar berarti faktor air semen juga besar maka bisa menghasilkan kuat tekan yang kecil dibanding dengan nilai *slump* yang kecil. Sedangkan dilihat dari segi pelaksanaannya bahwa nilai *slump* besar berarti faktor air semen juga besar sehingga kemudahan pelaksanaan akan didapatkan kepadatan yang lebih bagus dan bisa mengakibatkan kuat tekan menjadi besar, atau sebaliknya. Agregat halus pasir limbah kuningan yang mempunyai berat jenis SSD tinggi dan berat volume yang lebih besar juga bisa mengakibatkan penyebaran agregatnya tidak merata, cenderung menyebabkan agregat yang lebih berat mengendap dan agregat yang ringan mengambang, sehingga kemungkinan terjadinya segregasi, daya ikat yang kurang baik karena pasir limbah kuningan terdiri dari campuran partikel logam.
- Nilai penyerapan agregat halus pasir limbah kuningan lebih kecil dari pasir alam karena terdiri dari campuran partikel logam dan bisa mengakibatkan reaksi hidrasi pada beton lebih lama dibandingkan dengan agregat halus pasir alam sehingga proses pengerasan beton akan membutuhkan waktu yang lebih lama.

4.10.4. Hasil Nilai Berat Volume Beton

Dari hasil penelitian didapat berat volume beton adalah 2347,0708 – 2422, 7601 kg/m³. Berdasarkan berat volume beton diatas merupakan beton normal karena memiliki berat volume 2082,6 – 2563,2 kg/m³ (Edwards G. Nawy, 1998 : 18). Maka pelaksanaan tetap menggunakan acuan beton normal.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan seperti yang diuraikan pada bab IV, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Diberikannya penambahan komposisi campuran agregat halus pasir limbah kuningan mempunyai pengaruh yang nyata terhadap kuat tekan beton, yakni nilai kuat tekan beton meningkat pada prosentase tertentu.
2. Dari data kuat tekan yang didapat dari hasil uji tekan pada penelitian, dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan beton menunjukkan peningkatan pada komposisi campuran agregat halus pasir limbah kuningan 10% - 30%.

Dengan adanya penambahan komposisi pasir limbah kuningan ternyata terjadi peningkatan nilai kuat tekan maksimum beton sebesar 3,4637%, yaitu pada prosentase penambahan 20% pasir limbah kuningan dengan nilai kuat tekan sebesar 320,7594 kg/cm² dari beton normal sebesar 310,0212 kg/cm². Sedang kekuatan maksimum dengan uji analisis regresi didapat sebesar 317,86 kg/cm² yaitu dengan penambahan pasir limbah kuningan sebesar 16,54 %.

3. Dari hasil penelitian agregat halus pasir limbah kuningan didapat berat jenis (SSD) = 5,62 ; penyerapan = 0,54% ; kadar air = 0,79%. Dengan didapat berat jenis agregat (SSD) sebesar 5,62 > 2,8 (Gambhir, 1986), dan berat volume agregat 2,53 gr/cc = 2530 kg/m³ > 2162,70 kg/m³ (Edward G. Nawy, 1998 : 18), maka agregat termasuk dalam agregat berat, setelah dicampur dalam beton didapat berat volume beton adalah 2347,0708 – 2422, 7601 kg/m³ . Berdasarkan berat volume beton diatas merupakan beton normal karena memiliki berat volume 2082,6 – 2563,2 kg/m³ (Edward G. Nawy, 1998 : 18). Maka pelaksanaan tetap menggunakan acuan beton normal.
4. Dari hasil penelitian terjadi penurunan pada penambahan pasir limbah kuningan 40% terhadap pair alam karena dimungkinkan karena penyebarannya yang tidak merata. Pasir limbah kuningan mengalami pengendapan dalam adukan beton, dikarenakan perbedaan berat jenis dan berat volume agregat yang besar, cenderung menyebabkan agregat yang lebih berat mengendap dan agregat yang ringan mengambang, sehingga kemungkinan terjadinya segregasi menjadi lebih besar, dan

daya ikat yang kurang baik dan resapan yang kecil dikarenakan pasir limbah kuningin terdiri dari campuran partikel logam.

5.1. Saran

Setelah melakukan penelitian dan mengetahui hasilnya, maka dapat disarankan sebagai berikut :

1. Dicoba penelitian dengan variasi campuran agregat halus pasir limbah kuningin yang lebih beragam dengan variasi faktor air semen yang paling optimum.
2. Dicoba penelitian dengan komposisi campuran beton (semen : agregat halus : agregat kasar) yang lebih beragam.
3. Dengan penggunaan bahan tambah agregat halus pasir limbah kuningin dalam campuran beton sebaiknya ditambahkan zat aditif sebagai *accelerator* karena waktu pengerasan lebih lama dibanding beton normal dengan nilai penyerapan yang lebih kecil dari agregat normal dengan melakukan berbagai pertimbangan terutama biaya.
4. Dicoba penelitian dengan menggunakan jenis semen yang berbeda jenisnya.
5. Pada penambahan diatas 40% pasir limbah kuningin terhadap pasir alam terjadi penurunan kuat tekan, maka penelitian selanjutnya disarankan jangan melebihi penambahan pasir limbah kuningin sebesar 40% terhadap pasir alam.
6. Perlu dilakukan penelitian tentang bentuk dan tektur permukaan dari pasir limbah kuningin sehingga dapat memberikan gambaran daya ikat agregat.



DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, Hari dan Daryanto. 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta. Penerbit : PT. Bumi Angkasa.
- American Concrete Institute.1993. *Heavyweight Concrete : Measuring, Mixing, Transporting and Placing (ACI 304.3R-89)*.Detroit.
- American Concrete Institute.1993. *Standart Practice for Selection Proportions for Normal Heavyweight ad Mass Concrete (ACI 211.1-91)*.Detroit
- American Concrete Institute.1993. *Cemen and Concrete Terminology (ACI 116R-90)*. Detroit.
- Astanto, Budi Triono.2001. *Konstruksi Beton Bertulang*. Yogyakarta. Penerbit : Kanisius Anggota IKAPI.
- ASTM.1992. *Annual Book of ASTM Standart Volume 04.02*. Philadelphia : American Society For Testing Materials.
- Day, Ken W.1999. *Concrete Mix Design, Quality Control and Specifikation*. London : E FN Spon.
- Gambir, M.L.1986. *Concrete Technology*. New Delhi : Tata McGraw – Hill Publishing Company Ltd.
- Gaspersz, Vincent. 1991. *Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan*. Bandung : Tarsito.
- M. Iqbal, Laode.1999. *Pengaruh Galvanisasi Pencelupan Panas Terhadap Kekuatan Lekat Baja Tulangan Ulir Dalam Beton Mutu Normal Serta Pengukuran Laju Korosi Baja Tulangan Polos Dalam Selimut Beton Yang Terpenetrasi Larutan Nacl*. Bandung : Departemen Teknik Pertambangan. [http://www.google.com/Beton/Departemen Teknik Pertambangan ITB-GDL4_0.htm](http://www.google.com/Beton/Departemen_Teknik_Pertambangan_ITB-GDL4_0.htm).
- Murdock, L.J dan M.K. Brook.1999. *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta. Penerbit : Erlangga.
- Nawy, Edward G.1998. *Beton Bertulang : Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung. Penerbit : PT Reflika Aditama.
- Neville, A.M.1981. *Properties of concrete*. The language book society and pitman publishing. London
- Samekto, Wuryanti dan R. Chandra.2001. *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Penerbit : Kanisius Anggota IKAPI.
- Sugiri, Saphari.2005. *Penggunaan Terak Nikel Sebagai Agregat dan Campuran Semen Untuk Beton Mutu Tinggi*. Bandung : Departemen Teknik Sipil ITB. [http://www.google.com/Terak Nikel/ Penggunaan Terak Nikel.pdf](http://www.google.com/Terak_Nikel/Penggunaan_Terak_Nikel.pdf).

Van Vlack, Lawrance H. 1992. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta. Penerbit : Erlangga.

Wang, C.K dan Charles Salmon.1994. *Desain Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga.

